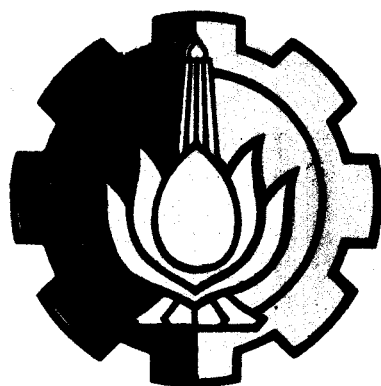


6370/ITS/H/94 ✓

**STUDI PENGKAJIAN  
DSL ( DIGITAL SUBSCRIBER LINE )  
DALAM TRANSISI MENUJU ISDN**



RSE  
621.387.8  
Dini  
SA  
1993

O l e h :

Laksmi Indrija Dinastiti

2882200948

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
1992**



**BIKILIR PERPUSTAKAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH - NOPEMBER**

PERPUSTAKAAN	
I T	
Tgl Terima	18 DEC 1992
By	TA
No	588/B

# **STUDI PENGKAJIAN DSL ( DIGITAL SUBSCRIBER LINE ) DALAM TRANSISI MENUJU ISDN**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Elektro  
Pada  
Bidang Studi Teknik Telekomunikasi  
Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya**

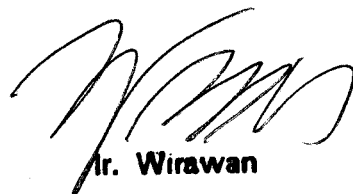
**Mengetahui / Menyetujui**

**Dosen Pembimbing I**



**Ir. Hang Suharto, M.Sc**

**Dosen Pembimbing II**



**Ir. Wirawan**

**S U R A B A Y A  
OKTOBER, 1992**

## ABSTRAK

Salah satu tahap implementasi ISDN adalah proses digitalisasi. Dewasa ini hubungan jaringan antara sentral dan pelanggan masih menggunakan sistem analog sehingga proses pencapaian menuju ISDN memerlukan beberapa tahapan.

Pada perangkat telepon yang ada sekarang ditetapkan nilai maksimum sistem lokal untuk SCREL (*Sending Local Corrected Reference Equivalent*) = 14.5 dB dan RCREL (*Receiving Local Corrected Reference Equivalent*) = 4.5 dB, untuk mencegah penurunan kualitas transmisi diberikan batasan harga maksimum SIRE (*Side Tone Reference Equivalent*) dari telepon set paling sedikit = 10 dB.

Dalam pengkajian sistem DSL (Digital Subscriber Line) dipelajari aspek-aspek transmisi yang dapat mendukung agar teknologi DSL dapat beroperasi full-duplex. Sistem TCM (Time Compression Multiplexing) dan EC (Echo Cancellation) merupakan metode yang digunakan sebagai dasar pada teknologi DSL.

Dalam tugas akhir ini dibahas konfigurasi jaringan lokal pelanggan, prosedur transmisi pada jaringan pelanggan digital, serta kesiapan penerapan ISDN di Indonesia. Pembahasan dilakukan dengan studi literatur yang berkaitan dengan masalah ini.

Dari hasil studi dapat disimpulkan bahwa sebagian besar kabel yang ada dapat digunakan untuk penyaluran ISDN dengan format akses dasar (basic access) berkecepatan 144 kbps. Hal ini berdasarkan hasil analisa yang menunjukkan sebagian daerah sampel yang digunakan dalam *pilot project* diperoleh hasil optimis prosentase 76% untuk Bandung dan 99% untuk Semarang.

## KATA PENGANTAR

---

Puji syukur kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul :

**STUDI PENGKAJIAN DSL (DIGITAL SUBSCRIBER LINE)**

**DALAM TRANSISI MENUJU ISDN**

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar SARJANA TEKNIK ELEKTRO pada Bidang Studi Teknik Telekomunikasi - Jurusan Teknik Elektro - Fakultas Teknologi Industri - Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Diharapkan dari studi yang telah dilaksanakan dalam Tugas Akhir ini dapat dimanfaatkan bagi semua pihak yang memerlukannya.

Surabaya, Oktober 1992

Penyusun

## UCAPAN TERIMA KASIH

---

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih penghargaan yang sebesar-besarnya , khususnya kepada :

1. Bapak Ir. Hang Suharto Msc, selaku pembimbing I.
2. Bapak Ir. Wirawan , selaku pembimbing II.
3. Bapak Dr. Ir. M. Salehudin selaku dosen wali.
4. Bapak Ir. M. Aries Purnomo, selaku koordinator bidang studi teknik telekomunikasi.
5. Bapak Ir. Katjuk Astrowulan MSEE, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
6. Bapak Ir. Heru Basuki Purwanto, bagian Divisi Teknologi PUSRENLITBANG PT TELKOM, bapak-bapak di bagian Jaringan Kabel dan bagian Perencanaan WITEL VII Surabaya.
7. Ayah dan Ibu, tak ada yang dapat ananda persembahkan, kecuali sembah sujud ananda sebagai ungkap rasa bakti dan terima kasih ananda atas segala jerih payah serta pengorbanannya selama ini. Kakak-kakak tercinta, serta si kecil Isadt's tersayang yang telah memberikan dorongan moral, semangat dan kasih sayang yang tak ternilai.
8. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro yang telah memberikan dorongan sehingga selesainya Tugas

Akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.

Semoga Allah Yang Maha Pengasih membalas budi baik yang telah diberikan

## DAFTAR ISI

---

BAB	HALAMAN
JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
 BAB I PENDAHULUAN .....	 1
I.1 LATAR BELAKANG .....	1
I.2 PERMASALAHAN DAN PEMBATASAN MASALAH .....	3
I.3 METODOLOGI .....	4
I.5 SISTEMATIKA PEMBAHASAN .....	4
I.4 TUJUAN .....	5
I.6 RELEVANSI .....	5
 BAB II KONDISI JARINGAN LOKAL MENUJU KE ISDN .....	 6
II.1 UMUM .....	6
II.2 KONFIGURASI JARINGAN LOKAL PELANGGAN .....	7
II.2.1 SISTEM CATUAN TAK LANGSUNG (FLEXIBEL NETWORK) ..	9
II.2.1.1 JARINGAN KABEL PRIMER .....	10
II.2.1.2 JARINGAN KABEL SEKUNDER .....	11
II.2.1.3 JARINGAN KABEL DISTRIBUSI .....	11
II.2.2 SISTEM DCL (RIGID NETWORK) .....	12

II.2.3 SISTEM JARINGAN LOKAL KOMBINASI .....	12
II.3 JENIS KABEL PADA JARINGAN LOKAL .....	13
II.3.1 JARINGAN KABEL ATAS TANAH .....	14
II.3.1.1 SPESIFIKASI .....	14
II.3.1.2 JENIS ISOLASI .....	17
II.3.2 JARINGAN BAWAH TANAH .....	18
II.3.2.1 KABEL TANAH TANAM LANGSUNG .....	20
II.3.2.2 KABEL TANAH DALAM DUCT .....	21
II.4 PERSYARATAN TRANSMISI JARINGAN KABEL .....	22
II.4.1 ALOKASI REDAMAN PADA JARINGAN LOKAL .....	23
II.4.1.1 KABEL LOKAL DENGAN PERTIMBANGAN FEEDING LOSS .....	24
II.4.1.1.1 PERHITUNGAN REDAMAN JARINGAN KABEL LOKAL .....	25
II.4.1.1.2 MENENTUKAN PANJANG MAKSIMUM KABEL LOKAL .....	26
II.4.1.2 KABEL LOKAL TANPA MEMPERTIMBANGKAN FEEDING LOSS .....	26
II.5 TRANSISI DARI JARINGAN ANALOG KE JARINGAN DIGITAL .....	30
II.5.1 METODE-METODE UNTUK PENCAPAIAN PENETRASI JARINGAN DIGITAL .....	31
II.5.2 HAL-HAL YANG DIPERHITUNGAN PADA MASA TRANSISI .....	33
 <b>BAB III PROSEDUR TRANSMISI PADA JARINGAN PELANGGAN</b>	
DIGITAL .....	36
III.1 UMUM .....	36
III.2 SISTEM TRANSMISI PELAYAN ISDN .....	37
III.2.1 ACCESS PELANGGAN KE PELAYAN ISDN .....	37
III.2.2 GAMBARAN SISTEM PENDISYALAN DIGITAL 1 (DIGITAL SIGNALLING SYSTEM No.1 (DSS1) .....	40
III.3 LAYER 1 .....	41



III.3.1 BASIC INTERFACE STRUCTURE .....	41
III.3.1.1 KONFIGURASI PEMASANGAN KABEL .....	42
III.3.1.3 PROSEDUR AKTIF/NON-AKTIF PADA PROSES PANGGILAN .....	45
III.4 LAYER 2 .....	49
III.4.1 GAMBARAN FUNGSI-FUNGSI LAPD (LINK ACCESS PROCEDUR ON D CHANNEL .....	49
III.4.2 PROSEDURE-PROSEDURE TRANSFER INFORMASI .....	52
III.5 LAYER 3 .....	54
III.5.1 STRUKTUR PESAN (MESSAGE STRUCTURE) .....	55
III.5.2 PROSEDUR PEMBENTUKAN PANGGILAN .....	56
III.5.3 PROSEDUR PEMBEBASAN PANGGILAN .....	57
III.5.4 PEMBENTUKAN PANGGILAN UNTUK KONFIGURASI TERMINAL MULTIPOINT .....	59
III.6 PERTIMBANGAN PEMBENTUKAN CPE (CUSTOMER PREMISE EQUIPMENT) ISDN .....	60
III.6.1 KLASIFIKASI DAN KARAKTERISTIK PELANGGAN .....	60
III.6.1.1 HOME USER .....	61
III.6.1.2 BUSINESS USER .....	61
III.7 TRANSMISI SINYAL DIGITAL PADA DSL .....	65
III.7.1 INTERWORKING JARINGAN PADA ISDN .....	66
III.7.2 FORMAT SINYAL ISDN .....	67
III.7.2.1 FORMAT STRUKTUR INTERFACE DAN KEMAMPUAN AKSES .....	67
III.7.2.2 FORMAT PENYANDIAN .....	69
III.7.2.3 HUBUNGAN FREKUENSI DENGAN KECEPATAN INFORMASI .....	73

III.7.3 TEKNIK TRANSMISI DDIGITAL PADA DSL .....	74
III.7.3.1 TIME COMPRESSION MULTIPLEXING (TCM) .....	75
III.7.3.2 ECHO CANCELLATION .....	76
<b>BAB IV KESIAPAN PENERAPAN ISDN DI INDONESIA .....</b>	<b>79</b>
IV.1 UMUM .....	79
IV.2 EVOLUSI DAN STRATEGI PENCAPAIAN ISDN .....	80
IV.2.1 EVOLUSI ISDN DI INDONESIA .....	81
IV.2.2 STRATEGI PENCAPAIAN ISDN DI INDONESIA .....	82
IV.2.3 SKENARIO PENERAPAN ISDN DI INDONESIA .....	83
IV.3 PILOT PROJECT ISDN DI INDONESIA .....	86
IV.3.1 KEADAAN JARINGAN LOKAL YANG ADA .....	87
IV.3.2 TINJAUAN PENGUKURAN JARINGAN LOKAL DI INDONESIA .....	88
IV.3.2.1 MACAM-MACAM PENGUKURAN .....	88
IV.3.2.2 METODE PENGUKURAN .....	90
IV.3.3 FAKTOR-FAKTOR YANG MENYEBABKAN PENURUNAN KUALITAS TRANSMISI .....	91
IV.3.3.1 REDAMAN .....	93
IV.3.3.2 CROSSTALK .....	97
IV.3.3.3 INTERFERENSI .....	101
IV.3.3.4 THERMAL NOISE .....	102
IV.3.3.5 INTERFERENSI INTERSIMBOL .....	104
IV.3.3.6 ECHO .....	106
IV.3.4 PENGUKURAN JARINGAN LOKAL DI BEBERAPA DAERAH DI INDONESIA .....	106
IV.3.4.1 BANDUNG DAN SEMARANG .....	106
IV.3.4.2 JAKARTA .....	113
IV.3.5 ANALISA PERHITUNGAN UNTUK MENENTUKAN BATASAN	

SALURAN PADA PILOT PROJECT ISDN DI INDONESIA	.121
IV.3.5.1 DAYA DERAU (N)	.....121
IV.3.5.2 DAYA SINYAL YANG DITERIMA (S)	.....124
IV.3.5.3 PERBANDINGAN DAYA SINYAL DENGAN DAYA DERAU (S/N)	.....124
IV.3.5.4 PANJANG KABEL MAKSIMUM YANG DIPERBOLEHKAN	..125
IV.3.5.5 PROSENTASI KABEL YANG DAPAT DIPERGUNAKAN UNTUK ISDN DENGAN FORMAT BASIC ACCESS	.....128
 BAB V PENUTUP	 .....130
V.1 KESIMPULAN	.....130
V.2 SARAN-SARAN	.....131
DAFTAR PUSTAKA	.....133
LAMPIRAN	
USULAN TUGAS AKHIR	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

## DAFTAR GAMBAR

---

GAMBAR	HALAMAN
2.1 DIAGRAM SKEMATIK SALURAN PELANGGAN .....	8
2.2 SKEMA JARINGAN PELANGGAN SISTEM FLEXIBEL NETWORK ..	9
2.3 SKEMA JARINGAN PELANGGAN SISTEM RIGID NETWORK ....	12
2.4 KONFIGURASI SISTEM JARINGAN LOKAL KOMBINASI .....	13
2.5 KONSTRUKSI KABEL ATAS TANAH .....	15
2.6 BENTUK FISIK BURRIED CABLE .....	20
2.7 BENTUK FISIK DUCT CABLE .....	22
2.8 METODE PENDEKATAN PENETRASI DIGITAL .....	33
2.9 INTERWORKING JARINGAN ANALOG DAN JARINGAN DIGITAL	35
3.1 KONFIGURASI REFERENSI SALURAN PELANGGAN .....	38
3.2 HIERARCHI STRUKTUR INTERFACE - I .....	41
3.3 KONFIGURASI REFERENSI PEMASANGAN KABEL KE LOKASI USER .....	43
3.4 KONFIGURASI PEMASANGAN KABEL POINT-TO-POINT .....	43
3.5 KONFIGURASI PEMASANGAN KABEL SHORT PASSIVE BUS ...	44
3.6 KONFIGURASI PEMASANGAN KABEL EXTENDED PASSIVE BUS	45
3.7 PROSEDUR AKTIF DENGAN ARAH TE KE NT .....	47
3.8 PROSEDUR NON-AKTIF DENGAN ARAH NT KE TE .....	48
3.9 PROSEDUR AKTIF DENGAN ARAH NT KE TE .....	49
3.10 GAMBARAN HUBUNGAN ANTARA DLC I, SAP I DAN TE I ..	51
3.11 KONSEP PROSEDUR TRANSFER INFORMASI .....	53
3.12 PROSEDUR PEMBENTUKAN PANGGILAN PADA LAYER 3 .....	58
3.13 PEMBENTUKAN PANGGILAN UNTUK TERMINAL MULTIPOINT	59

3.14	TITIK REFERENSI UNTUK INTERWORKING .....	67
3.15	PENYANDIAN AMI, HDB3, 4B/3T DAN 2B1Q .....	71
3.16	BATAS ATAS SPEKTRUM KERAPATAN DAYA PADA SINYAL DARI NT1 DAN LT .....	73
3.17	TIME COMPRESSION MULTIPLEXING .....	76
3.18	BLOK DIAGRAM DASAR ECHO CANCELLER .....	78
4.1	SKENARIO PENERAPAN ISDN .....	84
4.2	DISTRIBUSI DERAU SEPANJANG SALURAN KABEL LOKAL ...	93
4.3	CROSSTALK NEXT DAN FEXT .....	98
4.4	FAKTOR BENTUK DERAU (NOISE FIGURE) .....	103
4.5a	KEMIRINGAN BENTUK PULSA .....	105
4.5b	INTERFERENSI INTERSIMBOL RELATIF .....	105
4.6	KONFIGURASI PILOT PROJECT ISDN DI JAKARTA .....	115
4.7	KONFIGURASI PILOT PROJECT FASA-1 .....	116
4.8	KONFIGURASI PILOT PROJECT FASA-2 .....	117
4.9	KONFIGURASI PILOT PROJECT FASA-3 .....	118

## DAFTAR TABEL

TABEL	HALAMAN
2-1 PROSENTASI BIAYA RATA-RATA INVESTASI JARINGAN	
TELEPON .....	7
2-2 SELUBUNG POLIETILEN .....	15
2-3 PERSYARATAN SELUBUNG POLIETILEN HITAM .....	16
2-4 SIFAT KELISTRIKAN KABEL UDARA .....	17
2-5 PERSYARATAN ISOLASI POLIETILEN .....	18
2-6 PERSYARATAN KOMPONEN PENGISI KABEL .....	19
2-7 PERHITUNGAN KABEL LOKAL DENGAN PERTIMBANGAN FEEDING	
LOSS .....	26
2-8 PERHITUNGAN KABEL LOKAL TANPAN PERTIMBANGAN FEEDING	
LOSS .....	30
3-1 KARAKTERISTIK-KARAKTERISTIK PADA HOME USER .....	66
3-2 KARAKTERISTIK JARINGAN TELKOMUNIKASI BUSINESS USER	63
3-3 PENGKODEAN 4B/3T DENGAN 2 MODE .....	72
3-4 PENGKODEAN 2B1Q .....	74
3-5 FREKUENSI PENYALURAN UNTUK SINYAL-SINYAL DIGITAL	
DENGAN FORMAT BIPOLAR NRZ, AMI/HDB3 DAN 4B/3T .....	75
4-1 PARAMETER DC DARI SALURAN LOKAL .....	90
4-2 TAHANAN INDUKTANSI DAN REDAMAN .....	96
4-3 NEXT SEBAGAI FUNGSI FREKUENSI PADA DIAMETER KABEL	
YANG BERBEDA .....	99
4-4 FEXT SEBAGAI FUNGSI FREKUENSI PADA DIAMETER KABEL	
YANG BERBEDA .....	101

4-5	DAYA DERAU TERMAL ( $N_i$ ) DALAM dBm	104
4-6a	KONDISI KABEL YANG DIUKUR PADA SEMARANG 1	107
4-6b	HARGA RATA-RATA REDAMAN, NEXT DAN FEXT DI SEMARANG 1	108
4-7a	KONDISI KABEL YANG DIUKUR PADA SEMARANG 2	109
4-7b	HARGA RATA-RATA REDAMAN, NEXT DAN FEXT DI SEMARANG 2	110
4-8a	KONDISI KABEL YANG DIUKUR PADA BANDUNG TURANGGA	111
4-8b	HARGA RATA-RATA REDAMAN, NEXT DAN FEXT DI BANDUNG TURANGGA	111
4-8a	KONDISI KABEL YANG DIUKUR PADA BANDUNG CENTRUM	112
4-8b	HARGA RATA-RATA REDAMAN, NEXT DAN FEXT DI BANDUNG CENTRUM	113
4-10	JUMLAH NT, TA DAN TE UNTUK PILOT PROJECT DI JAKARTA	120
4-11	DAYA DERAU TOTAL	122
4-12a	DAYA DERAU TOTAL ( $N$ ) UNTUK SEMARANG	123
4-12b	DAYA DERAU TOTAL ( $N$ ) UNTUK BANDUNG	123
4-13a	PERBANDINGAN SINYAL YANG DITERIMA DENGAN S/N DI DAERAH SEMARANG	126
4-13b	PERBANDINGAN SINYAL YANG DITERIMA DENGAN S/N DI DAERAH BANDUNG 1 DAN 2	127
4-14	PANJANG KABEL MAKSIMUM YANG DIPERBOLEHKAN	128
4-15	PROSENTASE SALURAN YANG DAPAT DIGUNAKAN UNTUK PENYALURAN SINYAL DIGITAL (ISDN) DENGAN FORMAT BASIC ACCESS	128

# BAB I

## PENDAHULUAN

---

### I.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan masyarakat yang diikuti oleh perkembangan teknologi akan mempengaruhi perubahan dan peningkatan kebutuhan dan cara berkomunikasi. Oleh karena itu perkembangan kebutuhan masyarakat akan selalu meningkat dengan adanya kemudahan-kemudahan yang ditawarkan oleh teknologi, sehingga terjadi proses saling tarik menarik antara kebutuhan masyarakat dan teknologi. Indonesia merupakan salah satu negara berkembang, dimana telekomunikasinya menunjukkan arah yang positif ditinjau dari segi-segi penambahan kapasitas, variasi jenis pelayanan, peningkatan kualitas dan jenis teknologi maju yang digunakan. Sejalan dengan perkembangan teknologi dalam bidang telekomunikasi maka PT TELKOM sebagai Persero BUMN (Badan Usaha Milik Negara) yang menyelenggarakan pertelekomunikasian di Indonesia wajib menyediakan pelayanan dengan sistem yang murah, kapasitas yang tinggi, mutu pelayanan yang tinggi sehingga dapat memenuhi kebutuhan pelayanan telekomunikasi yang lebih luas serta harus sejalan dengan trend teknologi dan sesuai sasaran di masa depan.



Jaringan telekomunikasi yang ada saat ini khususnya telepon, masih menggunakan jaringan dengan switching analog maupun digital. Secara bertahap jaringan analog tersebut akan diubah susunannya menjadi digital, sehingga dicapai suatu jaringan yang digital penuh. Hal ini telah dimulai pada akhir PELITA III, karena justru pada saat itu kondisi jaringan telekomunikasi di Indonesia belum sedemikian kompleks, maka landasan-landasan untuk jaringan digital mungkin dapat lebih mudah diletakkan. Apabila seluruh jaringan transmisi dan switching dalam bentuk digital maka baik ekonomi maupun mutu yang terbaik akan dicapai. Hal ini akan menuju pada Jaringan Digital Terpadu (JDT) sebagai tahap awal dari digitalisasi.

Integrated Service Digital Network (ISDN) yang juga dikenal dengan sebutan Jaringan Digital Pelayanan Terpadu (JDPT) adalah konsep teknologi jaringan terpadu sebagai jenis pelayanan jasa telekomunikasi (telepon, telex, data, video, telefax dan lain-lainnya) dalam suatu jaringan digital. Proses pencapaian ISDN adalah merupakan proses evolusi yang akan melalui tahapan Jaringan Digital Terpadu (IDN = Integrated Digital Network).

Bagian terpenting dari evolusi IDN dan ISDN tidak hanya bagian transmisi dan switching yang digital, tetapi jaringan pelanggan juga harus digital. Dewasa ini hubungan jaringan antara sentral dan pelanggan masih secara analog, sehingga dalam proses pencapaian menuju ISDN diperlukan suatu proses evolusi melalui beberapa tahap. Proses

digitalisasi jaringan analog yang sudah ada adalah langkah awal dari proses evolusi ini. Jaringan pelanggan (local loop) menuju sentral pada sistem telepon saat ini menggunakan sepasang kabel (twisted cable) harus mampu menyalurkan data digital secara full duplex. Pada teknologi DSL (Digital Subscriber Line) agar dapat beroperasi full duplex maka perlu didesain dengan menggunakan metode-metode dibawah ini :

- Frequency Division Multiplexing (FDM)
- Time Compression Multiplexing (TCM)
- Echo Concellation (EC)

Dengan adanya perkembangan teknologi DSL diharapkan dapat merealisasikan dasar-dasar access interface dan operasi jaringan yang direncanakan.

Agar ISDN dapat dicapai secara efisien, efektif dan ekonomis maka perlu disusun strategi yang fleksibel dan mudah disesuaikan terhadap kondisi yang ada, sehingga setiap perubahan yang terjadi tidak harus mengubah konsepsi strategi secara keseluruhan.

## I.2 PERMASALAHAN DAN PEMBATASAN MASALAH

ISDN merupakan suatu jaringan yang dikembangkan dari suatu jaringan telepon digital, yang akan memberikan pelayanan yang baik untuk suara mau[pun non-suara dengan menggunakan suatu standart tertentu. Sehingga dalam tugas akhir ini akan dibahas pembentukan / evolusi

jaringan analog menjadi digital terutama hubungan jaringan antara sentral dan pelanggan, pembahasan mengenai prinsip teknologi DSL (Digital Subscriber Line) untuk access dasar menuju ISDN serta pengembangan unjuk kerja dari DSL.

### I.3 METODOLOGI

Penyusunan tugas akhir ini bersifat studi literatur yang dilakukan dengan mempelajari dari buku-buku literatur, jurnal-jurnal maupun makalah-makalah telekomunikasi dan mempelajari rekomendasi CCITT yang ada sangkut pautnya dengan ISDN, kemudian dianalisa dan dibahas sampai mendapatkan kesimpulan.

### I.4 SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Sistematika pembahasan dalam studi pengkajian DSL ini adalah sebagai berikut : Pada bab I yang merupakan bab pendahuluan, dikemukakan dasar pemikiran yang melandasi penyusunan tugas akhir ini. Kondisi jaringan lokal untuk menuju ke ISDN dibahas dalam bab II. Prosedur Transmisi pada jaringan pelanggan digital dibahas pada bab III. Untuk bab IV membahas mengenai kesiapan penerapan ISDN di Indonesia. Dari semua pembahasan di atas ditarik kesimpulan, yang akan diletakkan pada bab V.

### I.5 TUJUAN

Mempelajari pemanfaatan Digital Subscriber Line (DSL) untuk ISDN dan langkah-langkah penerapannya pada jaringan yang sudah ada.

### I.6 RELEVANSI

Diharapkan hasil studi tentang teknologi DSL, evolusi jaringan digital serta kemungkinan penerapannya di Indonesia yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan maupun bahan masukan dalam rencana pengembangan dan penerapan ISDN pada jaringan telepon.

## BAB II

### KONDISI JARINGAN LOKAL MENUJU KE ISDN

---

#### II.1. UMUM

Jaringan Telekomunikasi didefinisikan sebagai interkoneksi antar sentral dan interkoneksi sentral dengan terminal pelanggan melalui media transmisi tertentu, sehingga antar pelanggan dapat saling menyampaikan informasi. Media transmisi yang digunakan bisa berupa kabel pair, kabel koaksial, gelombang radio, serat optik atau satelit.

Jaringan telekomunikasi ini terus berkembang sesuai dengan tuntutan dan kebutuhan masyarakat dan dimungkinkan oleh perkembangan dan kemajuan dalam bidang teknologi. Biasanya jaringan telekomunikasi yang menonjol dan menarik perhatian pengelola jasa telekomunikasi, karena sifatnya yang konkrit dan tampak jelas, oleh karenanya jaringan telekomunikasi selalu diperhatikan baik keadaannya maupun perkembangannya, sehingga perlu direncanakan dengan cermat.

Jaringan telekomunikasi dapat diklasifikasikan dalam tiga bagian, yaitu jaringan lokal (local network), jaringan interlokal (medium and long distance network), dan jaringan internasional (international network). Dalam

penelitian tahun 1964, CCITT menjelaskan bahwa jaringan lokal merupakan bagian yang sangat penting dari jaringan telekomunikasi secara keseluruhan, karena biaya investasinya cukup besar. Dari penelitian di 16 negara, biaya investasi rata-rata untuk membentuk suatu jaringan telekomunikasi menunjukkan prosentase yang besar untuk jaringan lokal, seperti terlihat dalam tabel 2-1.

## II.2 KONFIGURASI JARINGAN LOKAL PELANGGAN

Jaringan pelanggan ini sangat penting, karena jaringan ini menghubungkan pelanggan dengan sentral. Saluran transmisi yang digunakan adalah kabel pair. Walaupun demikian untuk daerah-daerah yang terpencil yang terletak jauh dari lokasi sentral biasanya menggunakan

TABEL 2-1<sup>1)</sup>

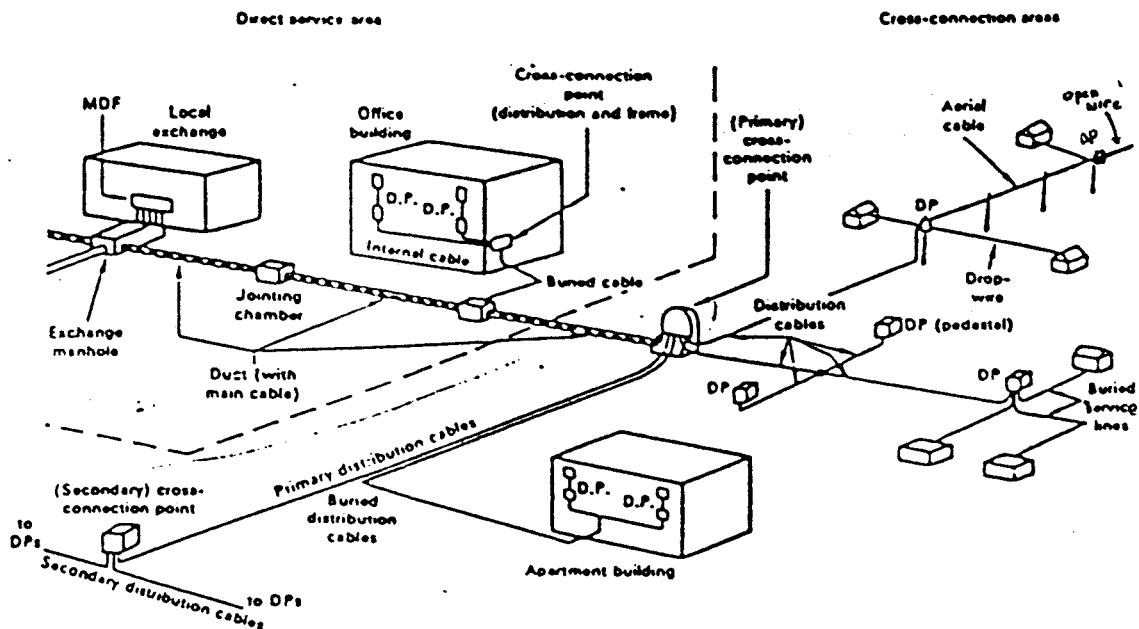
### PROSENTASE BIAYA RATA-RATA INVESTASI JARINGAN TELEPON

PERMASALAHAN	BIAYA INVESTASI RATA-RATA DI 16 NEGARA
- Subscriber plant	13 %
- Outsite plant for local network	27 %
- Exchange	27 %
- Long-distance trunk	23 %
- Bulding and land	10 %

<sup>1)</sup> -----, CCITT, Local Network Planning, Geneva, 1979, p.9

kabel udara sebagai saluran transmisinya. Diperlukan struktur jaringan kabel yang fleksibel, sehingga penambahan kapasitas jaringan tidak akan mengganggu jaringan yang sudah ada.

Sistem struktur jaringan lokal ada tiga macam, yaitu Sistem Catuan Tak Langsung (flexibel network), Sistem Daerah Catu Langsung (rigid network) dan Sistem Jaringan Lokal Kombinasi. Umumnya ketiga sistem ini diterapkan dalam jaringan lokal. Gambar 2.1 menunjukkan diagram skematik yang menghubungkan sentral dengan pelanggan.



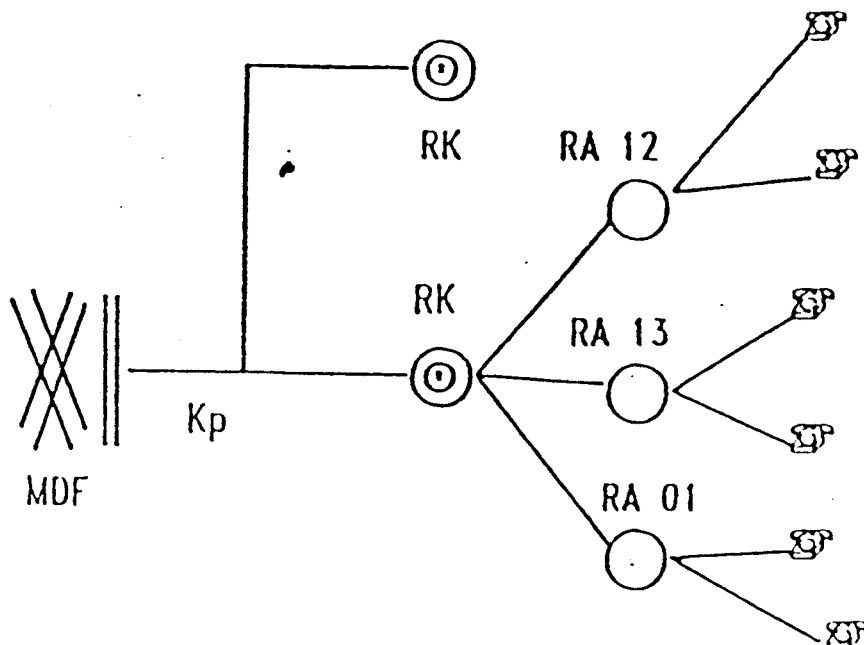
GAMBAR 2.1<sup>2)</sup>

DIAGRAM SKEMATIK SALURAN PELANGGAN

<sup>2)</sup> Ibid, hal. 3

### II.2.1 SISTEM CATUAN TAK LANGSUNG (FLEXIBEL NETWORK)

Sistem Catuan Tak Langsung juga disebut sistem rumah kabel (cabinet system), di mana pada sistem ini jaringan lokal dibagi dalam tiga segment, yaitu jaringan kabel primer, jaringan kabel sekunder dan jaringan distribusi. Ketiga segment ini menghubungkan tiga peralatan terminasi dalam jaringan lokal.



Keterangan : MDF = Sentral

RK = Rumah Kabel

RA = Titik distribusi

Kp = Kabel Primer

GAMBAR 2.2<sup>3)</sup>

SKEMA JARINGAN PELANGGAN SISTEM FLEXIBEL NETWORK

<sup>3)</sup> -----, PERUMTEL. Pengantar Teknik Jaringan, Pusdiklat Perumtel, 1988.  
hal 8



Keuntungan dan kerugian dari sistem di atas antara lain :

1. Lebih mudah dalam melokalisir gangguan.
2. Fleksibilitas jaringan lebih terjamin, sehingga lebih mudah dalam melayani pelanggan, karena jika ada penambahan kapasitas jaringan maka kabel sekunder tinggal diterminasikan ke rumah kabel. Demikian juga bila ada penambahan pelanggan, maka saluran pelanggan ditarik dari distribution point (DP) terdekat. Semuanya dilakukan tanpa mengubah struktur jaringan yang sudah ada.
3. Biaya pembangunan bertambah.
4. Administrasi kabel menjadi relatif lebih sulit.

#### II.2.1.1 JARINGAN KABEL PRIMER

Kabel primer umumnya adalah kabel yang berkapasitas besar (200 - 2400 pasang). Kabel primer ini menghubungkan secara langsung *main distribution frame* (MDF) pada sentral lokal dengan sebuah rumah kabel utama (RK/ Cross Connecting Cabinet), sebuah rumah kabel sekunder (RKS/ Secondary Cabinet) atau sebuah titik pembagi (pada sistem DCL) yang dihubungkan dengan kabel distribusi. Kapasitas maksimum kabel yang dapat diterminasikan ke MDF sama dengan kapasitas sentral lokal. Kabel primer diberi tanda berurutan untuk setiap daerah pelayanan sentral dengan menambahkan huruf awal "P", seperti P1, P2, P3 dan seterusnya.

#### II.2.1.2 JARINGAN KABEL SEKUNDER

Kabel sekunder menghubungkan dari sebuah rumah kabel utama ke sebuah rumah kabel sekunder atau titik pembagi (TP)/ distribution point (DP). Kapasitas kabel sekunder umumnya 10 - 200 pasang. Kapasitas kabel primer dan sekunder yang dapat diterminasikan ke rumah kabel bergantung pada jenis rumah kabel yang dipakai, misalnya untuk RK jenis 800 mempunyai terminasi primer maksimum 300, sekunder 400, sedangkan kapasitasnya 300 sambungan. Untuk jenis RK-1600, semua kapasitasnya berlipat dua dari jenis RK-800.

#### II.2.1.3 JARINGAN KABEL DISTRIBUSI

Kabel distribusi menghubungkan DP dengan pesawat telepon pelanggan. DP dipasang di atas tiang telepon atau dipasang menempel pada tembok. Kabel penghubung dari titik distribusi ke terminal pelanggan disebut saluran pelanggan. Selain itu titik DP juga dapat dipasang di bawah tanah, di mana kabel penghubung dengan pesawat telepon pelanggan disebut saluran distribusi. Kapasitas titik distribusi berkisar antara 5 - 30 sambungan. Sering juga digunakan DP dengan kapasitas 10 atau 20 sambungan, biasanya hanya 80 % dari kapasitas maksimum yang dipakai, dan kapasitas sambungan yang tersisa dipakai sebagai cadangan jika ada penambahan pelanggan di sekitar DP tersebut.

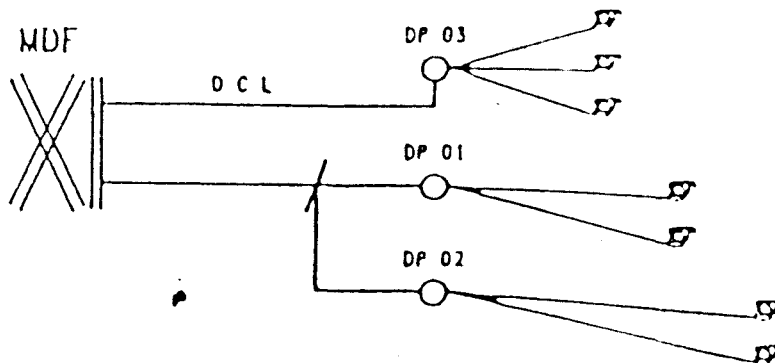
### II.2.2 SISTEM DCL (RIGID NETWORK)

Adalah suatu jaringan yang mencatu daerah pelayanan sentral lokal secara langsung tanpa melalui rumah kabel. Dari MDF langsung dihubungkan ke DP dan dari DP ke pelanggan, seperti yang terlihat pada gambar 2.3.

Beberapa keuntungan yang diperoleh dari sistem ini dapat memperkecil sumber gangguan serta mempermudah administrasi kabel. Kerugiannya adalah kurang fleksibel dan relatif lebih sulit untuk melokalisir sumber gangguan.

### II.2.3 SISTEM JARINGAN LOKAL KOMBINASI

Jaringan ini mencatu daerah pelayanan dengan dua cara, yaitu gabungan antara rigid dengan fleksibel network. Adapun keuntungan yang diperoleh adalah penghematan terhadap penggunaan RK dan relatif mudah



GAMBAR 2.3<sup>4)</sup>

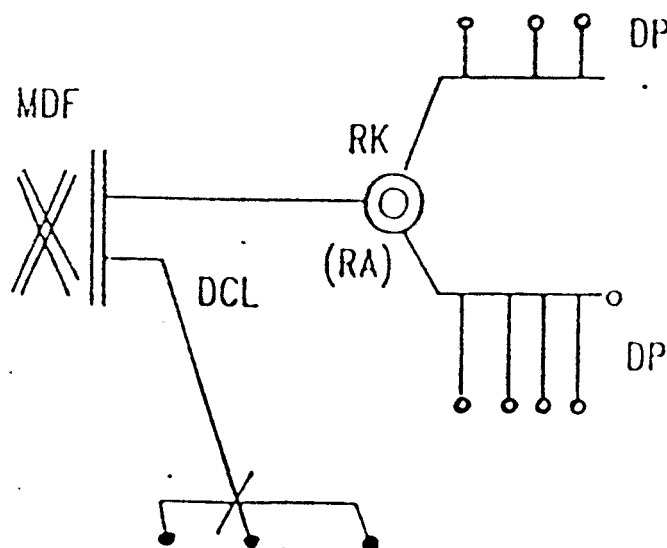
SKEMA JARINGAN PELANGGAN SISTEM RIGID NETWORK

<sup>4)</sup> Ibid, hal.7

menginstalasi bila terjadi mutasi pelanggan. Kerugiannya adalah sebagian jaringan memang kurang fleksibel dan administrasi kabel harus teliti.

### II.3 JENIS KABEL PADA JARINGAN LOKAL

Dalam jaringan telekomunikasi, jaringan lokal yang ada sekarang ini yang merupakan media penghubung antara sentral lokal dengan pelanggan masih menggunakan media transmisi berupa kabel pair, sedangkan media transmisi gelombang radio, serat optik dan satelit digunakan sebagai media penghubung antar sentral dengan jarak yang cukup jauh.



GAMBAR 2.4<sup>5)</sup>

#### KONFIGURASI SISTEM JARINGAN LOKAL KOMBINASI

<sup>5)</sup> Ibid. hal. 10

PT TELKOM sebagai salah satu perusahaan yang mengelola jasa telekomunikasi di Indonesia mengeluarkan standarisasi STEL-KABEL yang mengatur jenis kabel yang sesuai dengan struktur jaringan telekomunikasi yang ada di Indonesia.

### II.3.1 JARINGAN KABEL ATAS TANAH

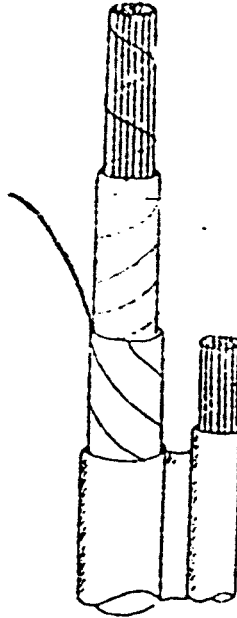
Kabel udara ini biasanya dipasang pada tiang telepon, misalnya di kota-kota besar sebagai kabel sekunder. Untuk kota kecil biasanya sebagai kabel langsung dari sentral ke DP sebagai catuan. Kabel udara ini diinstal sebagai jaringan pada daerah perumahan, gedung-gedung yang letaknya terpencar dan daerah yang belum dapat dipasang jaringan kabel tanah secara permanen.

#### II.3.1.1 SPESIFIKASI

Sesuai dengan spesifikasi PT TELKOM (STEL K-001) konstruksi kabel udara seperti gambar 2.5.

Berdasarkan standarisasi PT TELKOM STEL K-001, kabel udara memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Berkapasitas 10 - 120 pasang.
2. Kawat penghantar dari logam tembaga (Cu) dengan diameter 0.6 mm, 0.8 mm dan 1.0 mm.
3. Kawat penghantar tersebut diisolasi dengan bahan polietilen yang memenuhi sifat sebagaimana tercantum dalam tabel 2-2.



GAMBAR 2.5<sup>6)</sup>  
KONSTRUKSI KABEL ATAS TANAH

TABEL 2-2<sup>7)</sup>  
TABEL SELUBUNG POLIETILEN

No	Jumlah pasang	Tebal selubung polietilen					
		Diameter Penghantar					
		0,6 mm		0,8 mm		1,0 mm	
		nominal mm	minimum mm	nominal mm	minimum mm	nominal mm	minimum mm
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	10	1,0	0,75	1,0	0,75	1,3	1,00
2.	20	1,0	0,75	1,3	1,00	1,5	1,18
3.	30	1,3	1,00	1,5	1,18	1,7	1,35
4.	40	1,3	1,00	1,5	1,18	1,8	1,43
5.	50	1,5	1,18	1,7	1,35	1,8	1,43
6.	60	1,5	1,18	1,8	1,43	2,0	1,60
7.	80	1,7	1,35	1,8	1,43	2,2	1,77
8.	100	1,8	1,43	2,0	1,60	2,2	1,77
9.	120	1,8	1,43	2,0	1,60	2,2	1,77

6) ———, Konstruksi dan Instalasi Jaringan atas Tanah, Pusdiklat Perumtel, 1990, hal.13

7) ———, Jaringan Kabel, Pusdiklat Perumtel, Witel VII, hal. 13

4. Untuk perlindungan terhadap kemungkinan induksi ataupun kelembaban, digunakan lapisan aluminium.
5. Inti kabel yang telah dilapisi pita pembungkus dan pelindung elektris bersama-sama dengan penggantung kawat baja dilapisi selubung polietilen berwarna hitam. Sifat-sifat polietilen hitam tercantum dalam tabel 2-3.

Sifat-sifat kelistrikan yang diukur pada temperatur  $20^{\circ}\text{C}$  tercantum dalam tabel 2-4.

Tahanan isolasi antar urat satu dengan yang lainnya atau antar urat dengan lapisan aluminium foilnya pada  $t = 20^{\circ}\text{C}$  ialah 10000 M Ohm/ km diukur dengan tegangan 500 Volt/ DC.

TABEL 2-3<sup>a)</sup>

PERSYARATAN SELUBUNG POLIETILEN HITAM

Sifat-sifat	Nilai	Satuan
1	2	3
Massa - jenis	$> 0.927$	$\text{g / cm}^3$
Kuat - tarik	$> 125$	$\text{kgf / cm}^2$
Batas - pemuluran	$> 300$	%
Kuat dielektrikum	$> 40 \times 10^4$	$\text{V / m}$
Konstanta dielektrikum	$< 2.82$	-
Titik lunak	$> 70$	$^{\circ}\text{C}$
Kadar jelaga	$> 2$	%
Stabilitas terhadap keretakan akibat tekanan	Material harus stabil terhadap keretakan akibat tekanan	

<sup>a)</sup> Ibid, hal. 8

polietilen ini memiliki konstanta dielektrik yang lebih tinggi daripada isolasi kertas. Persyaratan isolasi polietilen ditunjukkan dalam tabel 2-5.

### II.3.2 JARINGAN BAWAH TANAH

Pada STEL-KABEL bahwa bahan isolasi dari jaringan bawah tanah memiliki persyaratan yang sama dengan jaringan kabel atas tanah. Untuk kabel telepon bawah tanah dengan diameter penghantar 0.4 mm memiliki kapasitas 10 - 1200 pasang, diameter penghantar 0.6 mm memiliki kapasitas

TABEL 2-5<sup>10)</sup>

#### PERSYARATAN ISOLASI POLIETILEN

SIFAT-SIFAT	NILAI	SATUAN
Massa Jenis	$\geq 0.926$	$\text{g} / \text{cm}^3$
Kuat-tarik	$\geq 125$	$\text{kgf} / \text{cm}^2$
Batas Pemuluran	$\geq 300$	%
Tahanan Jenis	$> 10^{15}$	$\text{ohm} - \text{cm}$
Konstanta dielektrikum	$\leq 2.34$	-
Rugi dielektrikum pada 800 Hz	$< 2 \times 10^{-4}$	-
Kuat dielektrikum	$\geq 40 \times 10^6$	$\text{V} / \text{m}$
Titik leleh	$\geq 70$	$^{\circ}\text{C}$
Pengkerutan pada $100^{\circ}\text{C}$	$\leq 4$	%

<sup>10)</sup> Ibid, hal.7



10 - 800 pasang dan penghantar berdiameter 0.8 mm memiliki kapasitas 10 - 400 pasang. Sebagian besar kabel bawah tanah yang berisolasi polietilen diisi dengan petrojeli dengan persyaratan sebagaimana tabel 2-6.

Dilihat dari konstruksi kabel / pemasangan jaringan bawah tanah, maka kabel dapat dibedakan menjadi 2 macam :

1. Kabel Tanah Tanam Langsung (Burried Cable).
2. Kabel Tanah Dalam Duct.

TABEL 2-6<sup>11)</sup>

PERSYARATAN KOMPONEN PENGISI KABEL

SIFAT-SIFAT	NILAI	SATUAN
Kekentalan	$\geq 10$	$^{\circ}\text{P}$
Titik tetes	$\geq 70$	$^{\circ}\text{C}$
Titik nyala	$\geq 230$	$^{\circ}\text{C}$
Tembus kerucut pada $25^{\circ}\text{C}$	$\geq 30/10$	mm
Adhesis pada $-10^{\circ}\text{C}$	-	-
Konstanta Dielektrikum pada $20^{\circ}\text{C}$	$\leq 2.3$	-
Tahanan Jenis	$\geq 10^{10}$	ohm-mm
Rembesan minyak	Bila disimpan pada $t = 50^{\circ}\text{C}$ , tak boleh ada minyak keluar.	

<sup>11)</sup> ———, Konstruksi Dan Instalasi Jaringan Bawah Tanah, PUSDIKLAT PERUMTEL,

### II.3.2.1 Kabel Tanah Tanam Langsung

Bentuk fisik konstruksi kabel tanah tanam langsung digambarkan pada gambar 2.6. Kegunaan dari masing-masing lapisan yaitu :

- a. Urat-urat kabel dengan isolasi polietilen.

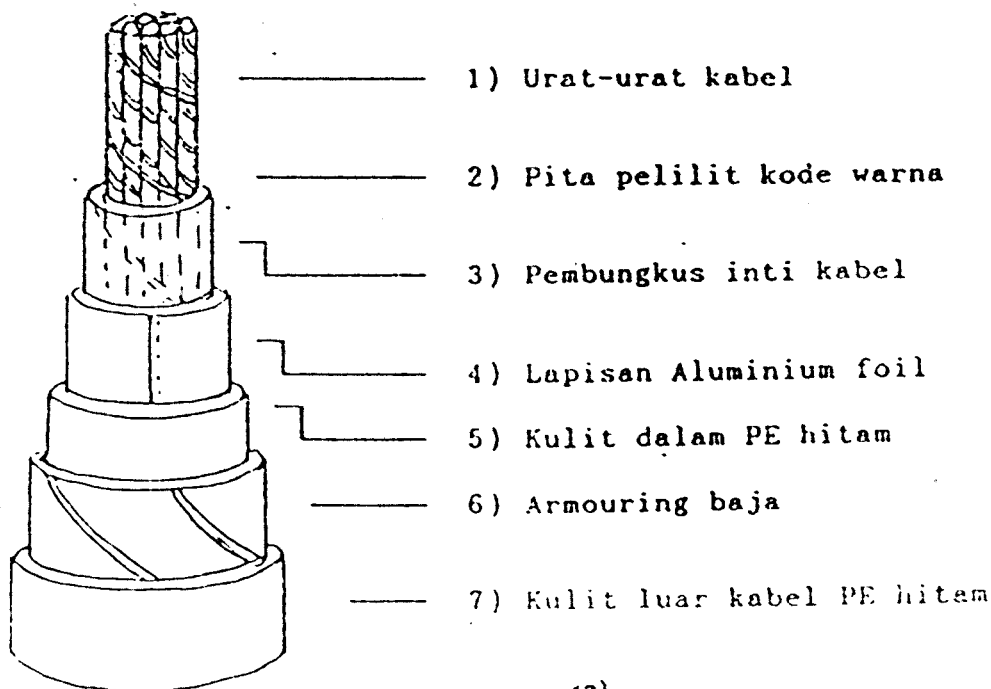
Fungsinya sebagai penghantar dan yang menyambungkan pesawat telepon langganan dengan sentral.

- b. Pita pelilit kode warna.

Fungsinya untuk mempermudah perhitungan urat kabel.

- c. Pembungkus inti kabel.

Fungsinya untuk membalut inti kabel supaya padat dan



GAMBAR 2.6<sup>12)</sup>

BENTUK FISIK BURRIED CABLE

<sup>12)</sup> —, Ibid, hal. 3

bulat, dan juga berfungsi sebagai pelindung antara urat kabel dan lapisan aluminium. Pembungkus inti terbuat dari bahan kertas, kain kartun, PE atau bahan lain yang sesuai.

d. Lapisan Aluminium foil.

Fungsinya sebagai pelindung elektris terhadap induksi dari tegangan asing dari luar.

e. Kulit dalam kabel (PE hitam).

Fungsinya :

- Sebagai pelindung kemungkinan masuknya air
- Sebagai pelindung antara lapisan armouring dengan lapisan aluminium.

f. Armouring baja.

Armouring dapat berupa plat / pita baja atau berupa kawat baja. Fungsinya :

- Sebagai pelindung mekanis benturan benda tajam / keras.
- Sebagai pelindung elektris terhadap induksi tegangan asing dari luar.

g. Kulit luar kabel (PE hitam)

Fungsinya :

- Sebagai pelindung kemungkinan masuknya air.
- Sebagai pelindung / bantalan pada waktu penarikan kabel.

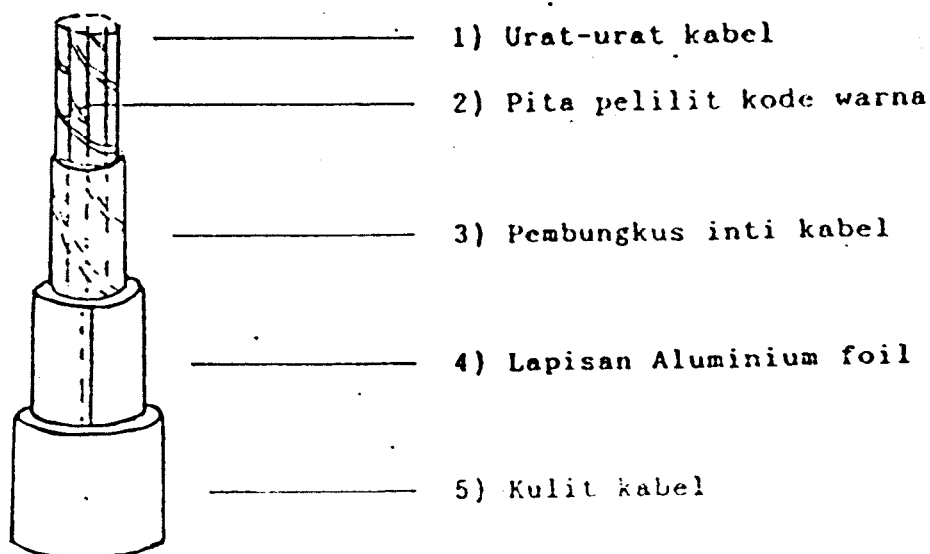
### II.3.2.2 Kabel Tanah Dalam Duct

Bentuk fisik konstruksi kabel tanah dalam duct

digambarkan pada gambar 2.7. Kegunaan dari masing-masing bagian pada bentuk fisik kabel duct sama dengan fungsi masing-masing bagian buried cable.

#### II.4 PERSYARATAN TRANSMISI JARINGAN KABEL

Dalam membuat rancang bangun jaringan kabel perlu memperhatikan persyaratan transmisi agar sinyal yang dikirim / diterima memiliki kualitas sesuai dengan tolak ukur yang ditentukan. Sinyal yang dikirim tersebut dapat berupa sinyal analog maupun sinyal digital (dari percakapan telepon, komunikasi data dan sebagainya). Pada struktur umum jaringan transmisi umumnya pesawat telepon



GAMBAR 2.7<sup>13)</sup>  
BENTUK FISIK DUCT CABLE

<sup>13)</sup> Ibid, hal. 5

pelanggan dihubungkan ke sentral lokal melalui dua kawat. Sentral lokal dapat merupakan sentral tunggal atau dikombinasikan dengan sentral yang memiliki level yang lebih tinggi. Adakalanya pesawat telepon dihubungkan dengan Private Branch Exchange (PBX) atau dapat pula dihubungkan dengan Remote Switching Unit (RSU) yang letaknya antara pelanggan dan sentral lokal.

#### II.4.1 ALOKASI REDAMAN PADA JARINGAN LOKAL

Untuk perangkat telepon dengan perangkat yang dikombinasikan dengan *feeding bridge* ditentukan nilai maksimum sistem lokal untuk SCREL (*sending local corrected reference equivalent*) dan RCREL (*receiving local corrected reference equivalent*) sebagai berikut :

SCREL = 15.5 dB (SCREL = 14.5 dB jika digunakan mikrofon karbon).

RCREL = 4.5 dB (Rec. CCITT E.171).

Untuk tujuan perencanaan perlu diketahui *loss* saluran pelanggan yang diperbolehkan atau jarak maksimum antara telepon set dengan sentral lokal untuk diameter kabel tertentu. Tahanan *loop* saluran dan telepon set yang diperlukan juga penting untuk peralatan signalling dari sentral yang terhubung. Selain itu diperlukan juga untuk mengetahui spesifikasi dari telepon set, *feeding bridge* dan diameter kabel sebelum panjang saluran pelanggan maksimum dapat ditentukan. Untuk mencegah penurunan

kualitas transmisi yang lebih jauh, pembatasan diberikan untuk harga maksimum yang diperbolehkan dari *side tone* dengan *side tone reference equivalent* (SIRE) dari telepon set (CCITT G.121). SIRE ini paling sedikit 10 dB untuk mencapai persyaratan signal to noise ratio untuk panggilan telepon.

#### II.4.2.1 KABEL LOKAL DENGAN PERTIMBANGAN FEEDING LOSS

##### II.4.2.1.1 Perhitungan Redaman Jaringan Kabel Lokal

Rumus untuk menentukan besarnya redaman jaringan kabel lokal *non-loaded* adalah :<sup>14)</sup>

$$A_d = V \frac{1}{2} W R_o C_o N_p / \text{km}$$

di mana :

$A_d$  = image attenuation (redaman semu) saluran.

$$W = 2 \times 3.24 \times f$$

$R_o$  = tahanan jerat yang tergantung diameter kawat (ohm/km).

$C_o$  = mutual capacitance (50 nF/km).

$$1 N_p = 8.686 \text{ dB}$$

Untuk redaman semu (image attenuation) saluran pada frekuensi pengukuran 800 Hz dan dengan diameter kabel seperti di bawah ini, maka dengan diameter kabel 0.4,  $R_o = 300 \text{ Ohm}$  adalah :

$$A(0.4) = 8.686 \times V \times 3.14 \times 800 \times 300 \times 50 = 1.69 \text{ dB/ km}$$

---

<sup>14)</sup> ———, Spesifikasi Teknik Jaringan, Pusdiklat Perumtel, 1990, hal.12

Dengan diameter kabel 0.6,  $R_o = 130 \text{ Ohm}$  ;

$$A(0.6) = 8.686 \times V \times 3.14 \times 800 \times 130 \times 50 = 1.11 \text{ dB/ km}$$

Dengan diameter kabel 0.8,  $R_o = 73 \text{ Ohm}$  ;

$$A(0.8) = 8.686 \times V \times 3.14 \times 800 \times 73 \times 50 = 0.87 \text{ dB/km}$$

#### II.4.2.1.2 Menentukan Panjang Maksimum Kabel lokal

Pada sistem ini kita menghitung *feeding loss* pada tegangan catuan 48 V dengan tahanan jerat 2 x 400 Ohm, atau pada tegangan 60 V dengan tahanan jerat 2 x 500 Ohm, untuk *feeding loss* dengan arus 60 mA redamannya adalah 1/2 Nepper atau 4.343 dB. Sehingga pada tiap-tiap tahanan 300 Ohm, 130 Ohm dan 75 Ohm akan terdapat redaman sebesar :

$$A(300) = (300 / 1000) \times 4.3 \text{ dB} = 1.29 \text{ dB}$$

$$A(130) = (130 / 1000) \times 4.3 \text{ dB} = 0.56 \text{ dB}$$

$$A(73) = (73 / 1000) \times 4.3 \text{ dB} = 0.31 \text{ dB}$$

Besarnya redaman kabel lokal adalah penjumlahan dari redaman saluran pada 800 Hz dan redaman karena tegangan catuan, sehingga diperoleh :

$$A_L(0.4) = 1.69 + 1.29 = 2.98 \text{ dB/ km}$$

$$A_L(0.6) = 1.11 + 0.58 = 1.67 \text{ dB/ km}$$

$$A_L(0.8) = 0.87 + 0.31 = 1.18 \text{ dB/ km}$$

di mana untuk *sending reference equivalent* ( $SRE_L$ ) = 11.3 dB (dengan redaman mikrofon karbon). Redaman mikrofon karbon = 0.1 Np atau 0.868 dB.

$$SRE_L \text{ tanpa redaman mikrofon} = 11.3 - 0.868 = 10.432 \text{ dB}$$

Dengan demikian akan diperoleh jarak transmisi maksimum

yang diperbolehkan untuk masing-masing diameter kabel berikut :

$$L(0.4) = 10.432 / 2.98 = 3.5 \text{ km}$$

$$L(0.6) = 10.432 / 1.67 = 6.2 \text{ km}$$

$$L(0.8) = 10.432 / 1.18 = 8.7 \text{ km}$$

Hasil perhitungan di atas diperlihatkan pada tabel 2-7.

#### II.4.2.2 Kabel Lokal Tanpa Mempertimbangkan Feeding Loss

Pada sistem yang baru, perhitungan tidak memperhitungkan *feeding loss* (perbedaan yang dihasilkan hanya beberapa dB), tetapi  $SRE_L$  akan dikoreksi lagi menjadi  $SCRE_L$  (*sending corrected reference equivalent*), dan menghasilkan  $SCRE_L = 14.5 \text{ dB}$ .  $SCRE_L$  adalah jumlah dari

TABEL 2-7<sup>15)</sup>

PERHITUNGAN KABEL LOKAL DENGAN PERTIMBANGAN FEEDING LOSS

Diameter konduktor (mm)	Tahanan jerat (Ohm/km)	Mutual kapasitansi (F/km)	Redaman semu saluran (dB/km)	Redaman jarakab lokal (dB/km)	Jarak kabel maks. (km)
0.4	300	50 n	1,69	2,98	3,5
0.6	130	50 n	1,11	1,67	6,2
0.8	73	50 n	0,87	1,18	8,7

<sup>15)</sup> Ibid. hal. 15



pada redaman pesawat telepon, redaman saluran pelanggan dan redaman sentral telepon rumah otomatis (PBX) ;

$$SCRE_L = SCRE_{T(r)} + Y_d + a_{PBX} \quad 16)$$

$SCRE_{T(r)}$  = *sending corrected reference equivalent* pesawat telepon yang telah mendapatkan tegangan catuan yang dipengaruhi oleh besaran tahanan jerat ( $r$ )

$Y_d$  = redaman saluran pelanggan yaitu redaman semu  $\times$  konstanta jenis konduktor.

$a_{PBX}$  = redaman sisipan antara saluran dengan pesawat telepon (umumnya 1 dB), bila pelanggan memakai PBX.

$$\text{Sedang } SCRE_{T(r)} = SCRE_o + SCRE_{m(r)} \quad 17)$$

$SCRE_o$  = SCRE pesawat telepon tanpa rugi-rugi saluran pelanggan (tanpa *feeding loss*)

$SCRE_{m(r)}$  = variabel SCRE, dikarenakan variasi sensitivitas mikrofon yang dipengaruhi oleh besaran tahanan jerat.

$$SCRE_o = 4 \text{ dB}$$

Sedangkan redaman mikrofon karbon pada frekuensi 800 Hz dengan tegangan catuan 48 V untuk tahanan jerat  $2 \times 400 \text{ Ohm}$  atau tegangan catuan 60 V untuk tahanan jerat  $2 \times 500 \text{ Ohm}$  adalah sekitar  $1/2 N_p$  atau 4.4 dB, persamaannya

---

<sup>16)</sup> Ibid. hal. 15

<sup>17)</sup> Ibid. hal. 16

menjadi :

$$SCRE_{m(r)} = 4.4 \times (R_o / 1000) \text{ dB/ km}$$

Sehingga pada tiap-tiap tahanan 300  $\Omega$ , 130  $\Omega$  dan 73  $\Omega$ , terdapat variasi redaman mikrofon :

$$SCRE_m(300) = (300 / 1000) \times 4.4 \text{ dB} = 1.32 \text{ dB/ km}$$

$$SCRE_m(130) = (130 / 1000) \times 4.4 \text{ dB} = 0.57 \text{ dB/ km}$$

$$SCRE_m(73) = (73 / 1000) \times 4.4 \text{ dB} = 0.32 \text{ dB/ km}$$

$SCRE_T$  pesawat telepon yang tegangan catuannya dipengaruhi oleh besaran tahanan jerat (r), untuk masing-masing tahanan 300  $\Omega$ , 130  $\Omega$  dan 73  $\Omega$  adalah :

$$SCRE_T(300) = 4 \text{ dB} + 1.32 \text{ L dB}$$

$$SCRE_T(130) = 4 \text{ dB} + 0.57 \text{ L dB}$$

$$SCRE_T(73) = 4 \text{ dB} + 0.32 \text{ L dB}$$

Redaman saluran pelanggan ( $Y_d$ ) adalah :

redaman semu ( $A_d$ ) x konstanta jenis konduktor ( $K_d$ ) <sup>18)</sup>

Konstanta jenis konduktor berubah terhadap diameter konduktor, tetapi tidak tergantung panjang kabel.

$$\text{Konstanta Jenis Konduktor } K(0.4) = 1.27$$

$$K(0.6) = 1.13$$

$$K(0.8) = 1.11$$

$$\text{Redaman semu } A(0.4) = 1.69 \text{ dB/ km}$$

$$A(0.6) = 1.11 \text{ dB/ km}$$

$$A(0.8) = 0.87 \text{ dB/ km}$$

---

<sup>18)</sup> Ibid, hal.17

Redaman Saluran Pelanggan adalah :

$$Y(0.4) = 1.27 \times 1.69 = 2.13 \text{ dB/ km}$$

$$Y(0.6) = 1.13 \times 1.11 = 1.25 \text{ dB/ km}$$

$$Y(0.8) = 1.11 \times 0.87 = 0.96 \text{ dB/ km}$$

Besarnya redaman jaringan kabel lokal adalah :

redaman semu saluran pelanggan + redaman mikrofon

$$A_L(0.4) = 2.13 + 1.32 = 3.45 \text{ dB/ km atau } 3.45 \text{ L dB}$$

$$A_L(0.6) = 1.25 + 0.57 = 1.82 \text{ dB/ km atau } 1.82 \text{ L dB}$$

$$A_L(0.8) = 0.96 + 0.32 = 1.24 \text{ dB/ km atau } 1.24 \text{ L dB}$$

di mana L adalah panjang kabel dalam km.

Maka persamaan untuk mencari panjang kabel maksimum adalah

untuk diameter 0.4 mm ;  $SCRE_L = (SCRE_O + 3.45 L) \text{ dB}$

$$L = \frac{14.5 - 4}{3.45} = 3.04 \text{ km}$$

0.6 mm ;  $SCRE_L = (SCRE_O + 1.82 L) \text{ dB}$

$$L = \frac{14.5 - 4}{1.82} = 5.76 \text{ km}$$

0.8 mm ;  $SCRE_L = (SCRE_O + 1.24 L) \text{ dB}$

$$L = \frac{14.5 - 4}{1.24} = 8.46 \text{ km}$$

Perhitungan di atas diperlihatkan pada tabel 2-8.

TABEL 2-8<sup>19)</sup>

## PERHITUNGAN KABEL LOKAL TANPA PERTIMBANGAN FEEDING LOSS

Diameter konduktor (mm)	Tahanan jerat (Ohm/km)	Mutual kapasitansi (F/km)	Redaman semu saluran (dB/km)	Redaman jarkab lokal (dB/km)	Jarak kabel maks. (km)
0.4	300	50 n	2,13	3,45	3,0
0.6	130	50 n	1,25	1,82	5,7
0.8	73	50 n	0,96	1,24	8,4

## II.5 TRANSISI DARI JARINGAN ANALOG KE JARINGAN DIGITAL

ISDN adalah suatu jaringan yang merupakan suatu konsep teknik pemanduan berbagai jenis pelayanan jasa telekomunikasi (telepon, teleks, data, video, telefax, dan lain-lain) dalam suatu jaringan digital. Dengan adanya berbagai keunggulan yang dimiliki jaringan pelayanan terpadu mengakibatkan kecenderungan teknik saat ini menunjukkan bahwa jaringan telekomunikasi mendatang secara bertahap akan berubah menjadi IDN, yang merupakan langkah awal menuju ISDN. Akan tetapi IDN tidak dapat dibentuk secepatnya pada jaringan telekomunikasi yang telah ada, disebabkan seluruh jaringan analog yang ada harus diganti dengan jaringan digital, yang apabila pengantiannya dilakukan secara serentak akan membutuhkan biaya/ dana

<sup>19)</sup> Ibid, Hal.19

yang relatif sangat besar. Dengan pertimbangan tersebut di atas, maka penerapannya diambil langkah-langkah melalui proses yang bertahap seperti dijelaskan pada bagian berikut ini.

#### II.5.1 METODE-METODE UNTUK PENCAPAIAN PENETRASI JARINGAN DIGITAL

Keuntungan teknis dan ekonomis yang maksimum yang dapat diperoleh dari teknologi digital adalah apabila telah terwujud integrasi antara sistem switching dan sistem transmisi digital. Berikut ini akan dibahas beberapa cara yang mungkin untuk pencapaian penetrasi digital pada jaringan telekomunikasi yang ada sekarang, yang sebagian besar masih analog. Pemilihan atas metode yang digunakan harus dipertimbangkan terhadap kondisi dari jaringan yang ada serta ramalan atau perkiraan terhadap kebutuhan telepon dimasa yang akan datang, tingkat perkembangan teknologi digital yang ada, dan sebagainya. Untuk setiap kasus, pilihan yang terbaik harus didasarkan pada pertimbangan ekonomis dan juga terhadap faktor-faktor lainnya, misalnya keandalan sistem, kemudahan pengoperasian, kebutuhan akan pelayanan baru dan seterusnya. Dari sudut pandang teoritis, tiga metode pendekatan mendasar berikut ini dapat digunakan untuk mengintroduksi teknik digital ke dalam jaringan yang masih analog.

##### a. Jaringan Overlay

Pada pendekatan ini jaringan analog dan jaringan

digital yang baru dipertahankan secara terpisah seperti gambar 2.8a. Akan tetapi dengan pengecualian pada titik hubung (*gateway*), di mana konversi analog ke digital dilakukan. Konsep overlay diaplikasikan pada rangkaian jarak jauh dan lokal.

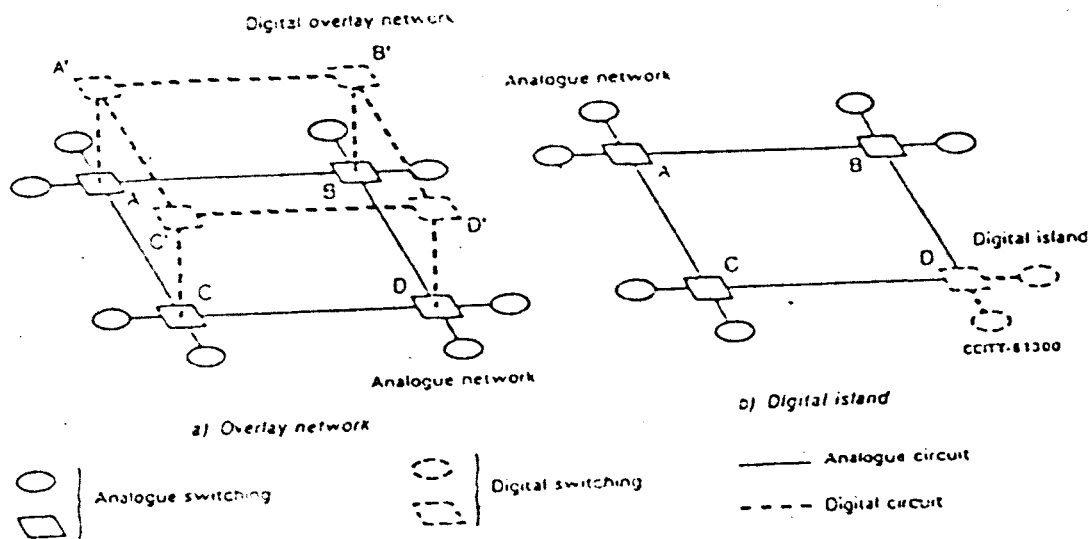
**b. Digital Island**

Metode pendekatan ini adalah mengganti sistem digital pada daerah tertentu atau memperkenalkan pelayanan telepon digital secara keseluruhan dalam suatu lokasi tanpa sistem analog agar terbentuk digital island di dalam lingkungan yang analog seperti pada gambar 2.8b. Di dalam digital island semua sinyal yang ditransmisikan dalam bentuk digital, oleh karena itu interworking dibutuhkan hanya untuk panggilan keluar dan panggilan masuk digital island tersebut.

**c. Pragmatis**

Pada umumnya pendekatan dengan jaringan overlay lebih disukai bila dana tak terbatas (karena membutuhkan investasi yang besar selama tahun pertama penerapannya) dan kebutuhan akan pelayanan telefoni berkembang dengan pesat.

Sedangkan konsep digital island lebih teoritis dari yang sebenarnya, oleh karena penggantian sistem analog secara keseluruhan dan secara bersamaan agak tidak sesuai, dan cara ini biasanya dihindari. Gabungan kedua pendekatan di atas disebut dengan



GAMBAR 2.8<sup>20)</sup>

## METODE PENDEKATAN PENETRASI DIGITAL

pendekatan pragmatis/ fleksibel.

Hingga saat ini pendekatan yang paling disukai adalah pendekatan secara fleksibel/ pragmatis, oleh karena akan dapat memberikan keuntungan seperti yang dimiliki kedua metode lainnya.

### II.5.3 HAL-HAL YANG DIPERHATIKAN PADA MASA TRANSISI

Penerapan dengan metode pendekatan pragmatis pada jaringan telekomunikasi yang ada sekarang seperti yang dijelaskan di atas, berarti sistem analog dan sistem

<sup>20)</sup>

——, General Network Planning, CCITT, Geneva, 1983, hal. 45

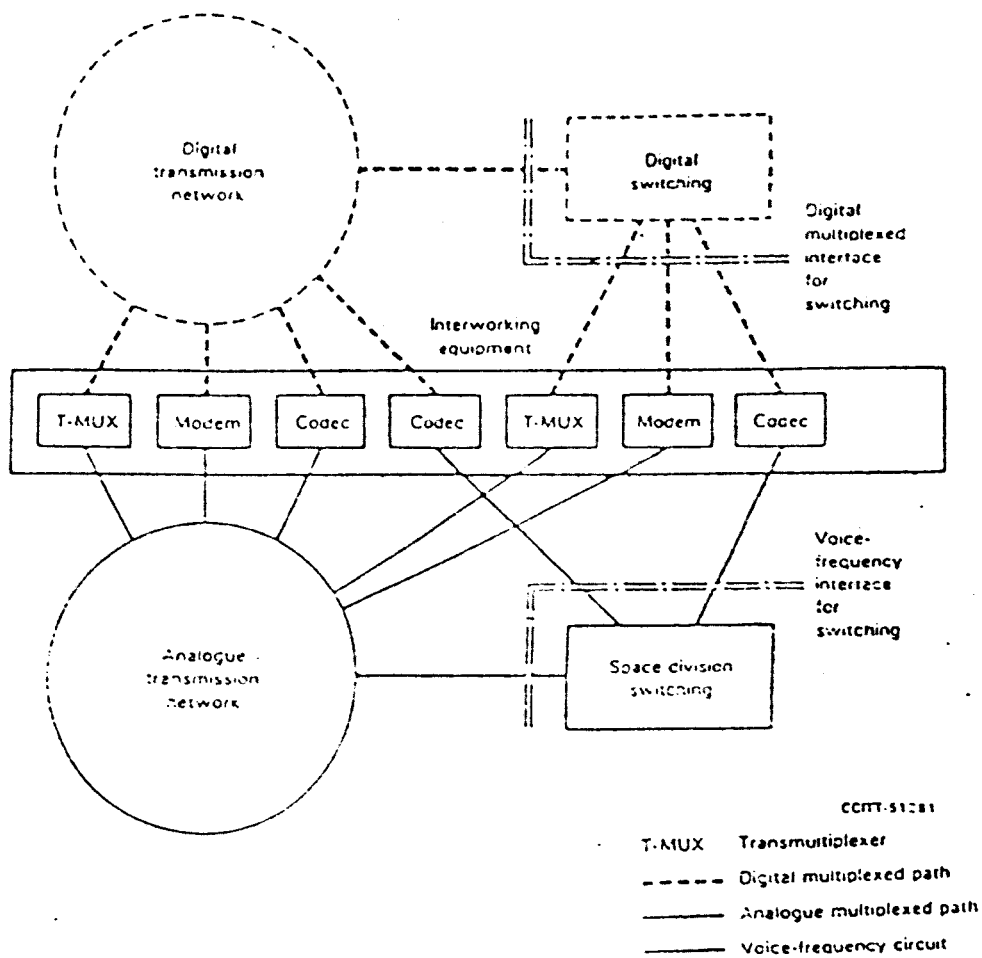
digital akan beroperasi secara bersama-sama selama masa transisi. Oleh karena itu interworking antara kedua teknologi ini sangatlah penting.

Agar interworking tersebut dapat berfungsi dengan baik, dibutuhkan fasilitas interworking yang sesuai. Akan tetapi penting pula untuk diperhatikan (baik dari segi efisiensi maupun dari kualitas transmisi) agar jumlah peralatan atau fasilitas interworking yang digunakan hendaknya seminimal mungkin. Diharapkan peralatan digital dan analog ini akan dapat saling mendukung dalam selang waktu tertentu, tergantung pada kemajuan proses digitalisasi jaringan. Gambar 2.9 menunjukkan tipe interworking antar peralatan.

Proses penggantian yang berlanjut diprioritaskan pada jaringan analog yang sudah tidak memenuhi syarat, baik dari segi mutu atau kualitas pelayanan yang diberikan, disebabkan oleh umur peralatan yang sudah terlalu tua disertai dengan penyediaan suku cadang untuk perawatan dan perbaikan yang relatif semakin sulit, maupun dari segi kecepatan pelayanan akibat trafik yang semakin meningkat.

Hasil akhir dari proses ini adalah terbentuknya suatu jaringan digital terpadu (IDN), sehingga fasilitas interworking tidak dibutuhkan lagi. Tahap berikutnya untuk mengintroduksi jenis pelayanan ISDN ke dalam jaringan IDN telepon.



GAMBAR 2.9<sup>21)</sup>

## INTERWORKING JARINGAN ANALOG DAN JARINGAN DIGITAL

<sup>21)</sup> Ibid, hal. 43

## BAB III

### PROSEDUR TRANSMISI PADA JARINGAN PELANGGAN DIGITAL

---

#### III.1 UMUM

Proses evolusi pencapaian ISDN, berarti ISDN sebagai tujuan akan dicapai secara perlahan-lahan dan bertahap. Karena jaringan telekomunikasi yang ada adalah jaringan analog, dalam proses evolusi menuju ISDN ini akan tercipta suatu kondisi di mana jaringan analog dan digital bersama-sama digunakan. Kondisi ini dikenal sebagai transisi jaringan telekomunikasi dari sistem analog ke sistem digital. Untuk itu dilakukan evolusi terhadap parameter-parameter yang harus dipertimbangkan untuk menuju transisi tersebut di atas.

Konsep ISDN secara fundamental adalah penggabungan bermacam-macam pelayanan dalam suatu jaringan. Oleh karena itu pada penerapan jaringan ISDN perlu pemakaian *User-Network Interface* yang merupakan interface antara jaringan pelanggan dan jaringan ISDN, di mana standar tersebut dibahas pada CCITT karena *User-Network Interface* ISDN memiliki peranan yang sangat penting dalam pencapaian ISDN.

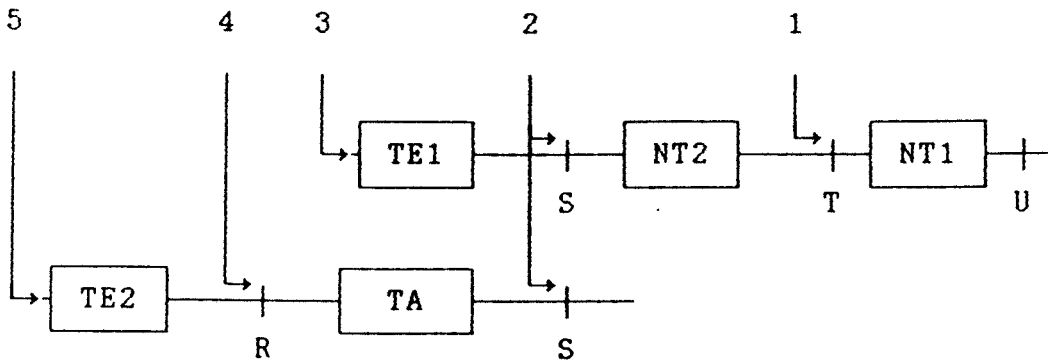
### III.2 SISTEM TRANSMISI PELAYANAN ISDN

Dalam transmisi sistem digital, modulasi sistem PCM dapat digabungkan dengan sistem TDM, dengan nama TDM/PCM atau lazim disebut PCM saja. Dalam sistem TDM beberapa sinyal informasi analog maupun digital akan diproses melalui sebuah saluran secara bersama-sama dengan membaginya ke dalam time-slot, di mana satu slot untuk tiap sampel sinyal. Sedangkan pada PCM modulasi sinyal analog ditransmisikan dengan mode digital tertentu. Pada modulasi ini terjadi tiga tahap pemrosesan sinyal dengan cara mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital dengan proses sampling, kuantisasi dan pengkodean yang dilakukan pada bagian pemancar, sedang dibagian penerima dilakukan proses sebaliknya.

#### III.2.1 ACCESS PELANGGAN KE PELAYANAN ISDN

Hubungan pelanggan ke pelayanan ISDN meliputi sumber-sumber dari terminal ke sentral lokal. gambar 3.1 menggambarkan konfigurasi referensi dan hubungan pelanggan ke pelayanan-pelayanan ISDN sesuai dengan CCITT Rec. I.411. Untuk mendefinisikan konfigurasi referensi tersebut terdapat dua konsep pendekatan yaitu :

1. Pengelompokkan Fungsi (Functional Grouping), yaitu sekumpulan fungsi terbatas dan tertentu dari peralatan fisik atau kombinasinya, yang terdiri dari :

GAMBAR 3.1<sup>22)</sup>

## KONFIGURASI REFERENSI SALURAN PELANGGAN

- *Terminal Equipment (TE)*

*TE1* adalah peralatan yang telah menggunakan interface standar bagi ISDN (melalui titik referensi S), misalnya telepon digital, digital fax dan integrated voice/data terminal. *TE2* adalah peralatan non-ISDN yang tidak kompatibel (melalui titik referensi R), misalnya peralatan dengan RS-232-C atau X.25.

- *Network Termination (NT)*

*NT1* meliputi fungsi-fungsi layer 1 OSI sebagai pemisah antara pelanggan (titik referensi S/T) dan jaringan (titik referensi U), disamping untuk fungsi test-loop dan monitor unjuk kerja. *NT2* boleh tidak ada, tergantung pada peralatan komunikasi yang sesuai dengan pelanggan. *NT2* meliputi fungsi-fungsi dari ke-

<sup>22)</sup> Stallings, William, ISDN AN INTRODUCTION, Macmillan Publishing Company, New York, 1990, Hal. 252

tiga lapisan terendah dari OSI yang dapat digunakan sebagai switching maupun konsentrator (pada sistem intercom yang sederhana, PABX dan LAN).

- *Terminal Adaptor (TA)*

menyesuaikan peralatan non-ISDN dengan User-Network Interface ISDN, dengan merubah informasi data dari TE2 sehingga kompatibel dengan ISDN.

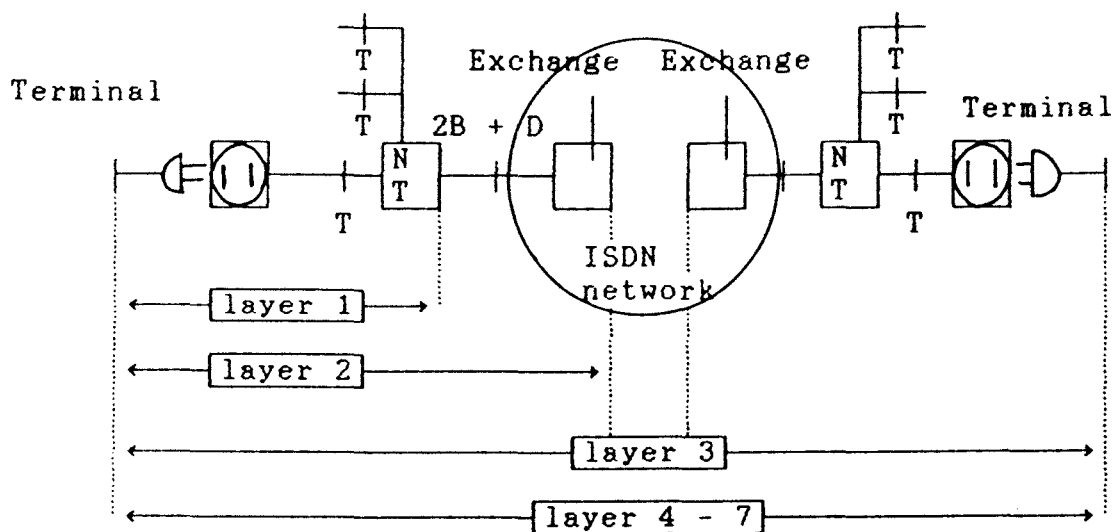
2. Titik Referensi (Reference Point), yang merupakan titik-titik konseptual yang memisahkan fungsi-fungsi group, yaitu :

- *Titik Referensi T (terminal)*, interface terendah dari ISDN dipandang dari pelanggan (user). Menyediakan standarisasi interface diantara peralatan, pengiriman dan penerimaan. timing informasi ke jaringan dan ke peralatan terminal yang disediakan untuk pemakai informasi tersebut.
- *Titik Referensi S (System)*, interface antara peralatan ISDN dan untuk memisahkan fungsi terminal dan jaringan.
- *Titik Referensi R (Rate)*, interface antara peralatan non-ISDN (TE2) dan TA, yaitu terminal yang berdasarkan CCITT Rec. V dan X
- *Titik Referensi U (User)*, interface data full-duplex pada saluran pelanggan.

### III.2.2 GAMBARAN SISTEM PENSINYALAN DIGITAL 1 (DIGITAL SIGNALLING SYSTEM No.1 (DSS1))

Dalam jaringan telekomunikasi konvensional, beberapa user-network interface sebagai interface analog untuk telephone dan interface seri-X untuk komunikasi data. Pada sisi yang lain interface seri-I dipertimbangkan untuk memiliki kemampuan pada penggunaan komunikasi suara dan data. Dalam usaha merealisasikan kemampuan tersebut, interface seri-I menggunakan model OSI dengan 7 layer (pelapisan), di mana hal tersebut dapat disesuaikan dengan peningkatan pelayanan-pelayanan yang baru. Diantara 7 layer tersebut, jaringan mengambil layer 1, 2 dan 3 untuk penyediaan bearer service. Layer 1 meliputi media elektrik dan fisik, diantaranya konfigurasi pemasangan kabel, pengiriman, penerimaan bentuk gelombang pulsa, hal tersebut menggunakan kedua kanal B dan D, karena itu layer 1 mengatur kondisi interface diantara TE dan NT.

Layer 2 dan 3 adalah untuk menentukan peralatan-peralatan kontrol antara terminal dan jaringan. Layer 2 memiliki fungsi untuk menyampaikan informasi pada layer 3 dan hal tersebut juga meliputi fungsi sinkronisasi flag layer 2, kontrol informasi, address informasi dan sebagainya. Oleh karena itu layer 2 dan 3 mengatur interface diantara TE dan jaringan. Komunikasi end-to-end yang ditentukan oleh layer 1 sampai layer 7 digambarkan dalam gambar 3.2.



GAMBAR 3.2<sup>29)</sup>

### HIERARCHI STRUKTUR INTERFACE - I

#### III.3 LAYER 1

Bagian ini menjelaskan tentang karakteristik layer 1 pada User-Network Interface dengan menggunakan titik referensi S dan T untuk *Basic Interface Structure* dan *Primary Rate Interface Structure*.

##### III.3.1 BASIC INTERFACE STRUCTURE

Basic Interface Structure digunakan secara luas tidak hanya digunakan untuk pemakaian perumahan tetapi juga untuk pemakaian perkantoran (pemasangan kabel gedung

<sup>29)</sup> Asia ISDN Council (AIC), ISDN BASE TECHNOLOGY, Guide Book, 14 May 1991, Hal. 4-8

untuk PABX). Oleh karena itu, layer 1 dipertimbangkan karena memiliki fleksibilitas dalam konfigurasi pemasangan kabel dan menghubungkan beberapa peralatan terminal.

Pada layer 1 terdapat 2 mode pengoperasian, "*point-to-point operation*" dan "*point-to-multipoint operation*".

Spesifikasi dasar layer 1 pada basic interface structure dijelaskan dalam lampiran A1, dan dijelaskan sebagai berikut :

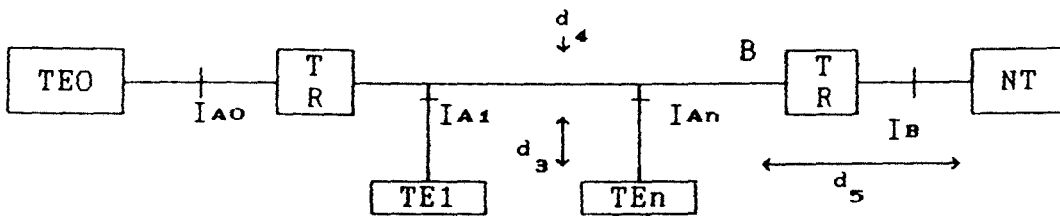
- a. Memiliki kemampuan transmisi dengan menggunakan aliran bit yang dikodekan secara tepat untuk kedua kanal B dan D termasuk fungsi-fungsi sinkronisasi.
- b. Memiliki kemampuan pensinyalan dengan prosedur-prosedur untuk access kontrol kanal D.

#### II.3.1.1 KONFIGURASI PEMASANGAN KABEL

Konfigurasi pemasangan kabel ke lokasi peralatan user ditunjukkan dalam gambar 3.3, di mana akan dijelaskan untuk konfigurasi point-to-point dan point-to-multipoint.

Konfigurasi point-to-point menetapkan sebuah transmitter/receiver hanya pada bagian akhir kabel, seperti ditunjukkan dalam gambar 3.4. Sasaran yang umum untuk jarak operasional diantara TE dan NT (di dalam gambar 3.4) adalah 1 km, di mana atenuasi maksimum 6 dB pada 96 kHz dan delay transmisi antara 10 - 42 $\mu$ s.





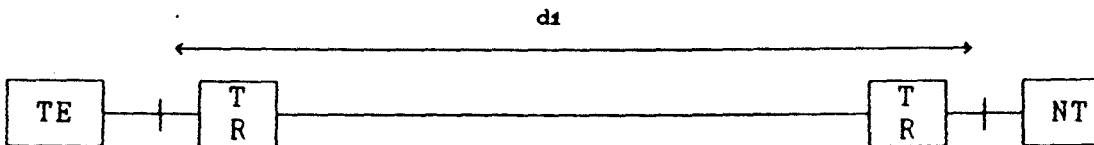
Keterangan : TR = Terminating Resistor

I = Electrical Interface

B = lokasi  $I_B$  ketika TR dimasukkan dalam NT

GAMBAR 3.3<sup>24)</sup>

#### KONFIGURASI REFERENSI PEMASANGAN KABEL KE LOKASI USER



GAMBAR 3.4<sup>25)</sup>

#### KONFIGURASI PEMASANGAN KABEL POINT-TO-POINT

Konfigurasi point-to-point memiliki 2 tipe, *Short Passive Bus* dan *Extended Passive Bus*.

##### 1. *Short Passive Bus*

Konfigurasi yang dipertimbangkan dalam *Short Passive Bus* di mana TE dapat dihubungkan pada bermacam-macam peralatan sepanjang keseluruhan panjang kabel, oleh karena itu NT penerima harus melayani

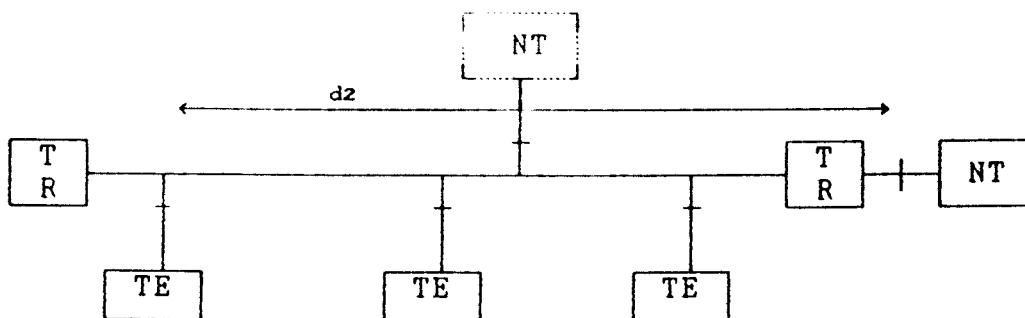
<sup>24)</sup> Ibid, Hal. 4-12

<sup>25)</sup> Loc cit

pulsa yang datang dengan delay yang berbeda dari bermacam-macam peralatan. Batasan panjang untuk konfigurasi tersebut tergantung delay maksimum point-to-point dan bukan pada attenuasi. Pada NT penerima dengan timing tertentu dapat digunakan jika delay point-to-point diantara 10 sampai  $14\mu s$ . Hal ini berhubungan dengan jarak operasional maksimum dari NT kira-kira 100-200m (  $d_2$  dalam gambar 3.5), di mana 100m digunakan jika impedansi kabel besar.

## 2. *Extended Passive Bus*

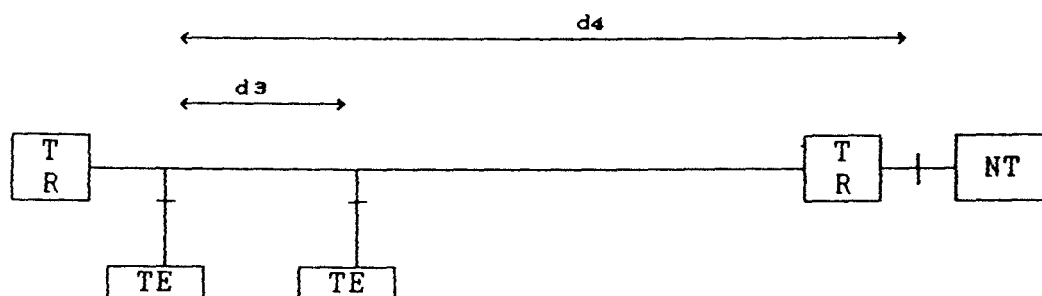
Konfigurasi ini diperlukan untuk jarak menengah antara 100m dan 1km. Konfigurasi ini memiliki panjang total 500m ( $d_4$  dalam gambar 3.7) dan jarak yang berbeda-beda diantara TE dari 25 sampai 50m ( $d_3$  dalam gambar 3.6).



GAMBAR. 3.5<sup>26)</sup>

### KONFIGURASI PEMASANGAN KABEL SHORT PASSIVE BUS

<sup>26)</sup> Ibid, Hal. 4-13



TR = Terminating Resistor

GAMBAR. 3.6<sup>27)</sup>

### KONFIGURASI PEMASANGAN KABEL EXTENDED PASSIVE BUS

#### III.3.1.2 PROSEDUR AKTIF/NON-AKTIF PADA PROSES PANGGILAN

Pertimbangan yang diperlukan untuk konsumsi daya tersimpan ketika tidak terdapat panggilan sedang dibahas, sebab dalam beberapa alasan, daya dapat disuplay dari sisi jaringan ke peralatan terminal sebagaimana cara yang sama pada jaringan telepon analog konvensional. Untuk alasan tersebut, maka prosedur aktif/non-aktif dibahas.

Contoh tipe prosedur urutan bit ditunjukkan dalam gambar 3.7 sampai gambar 3.9.

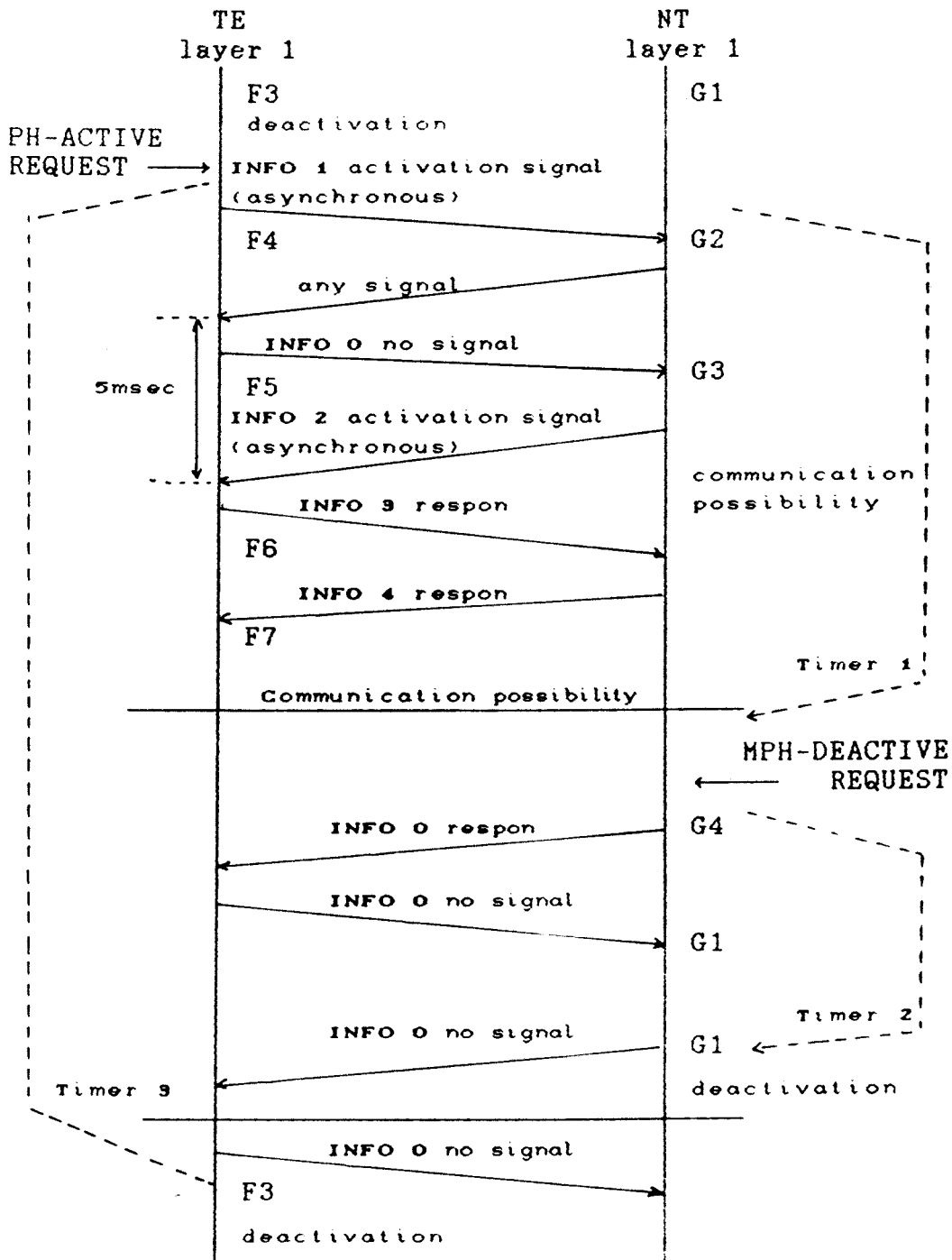
Penjelasan prosedur aktif pada arah TE ke NT (gambar 3.7) sebagai berikut :

a. Dalam keadaan non-aktif, peralatan sisi terminal adalah

<sup>27)</sup> Loc cit

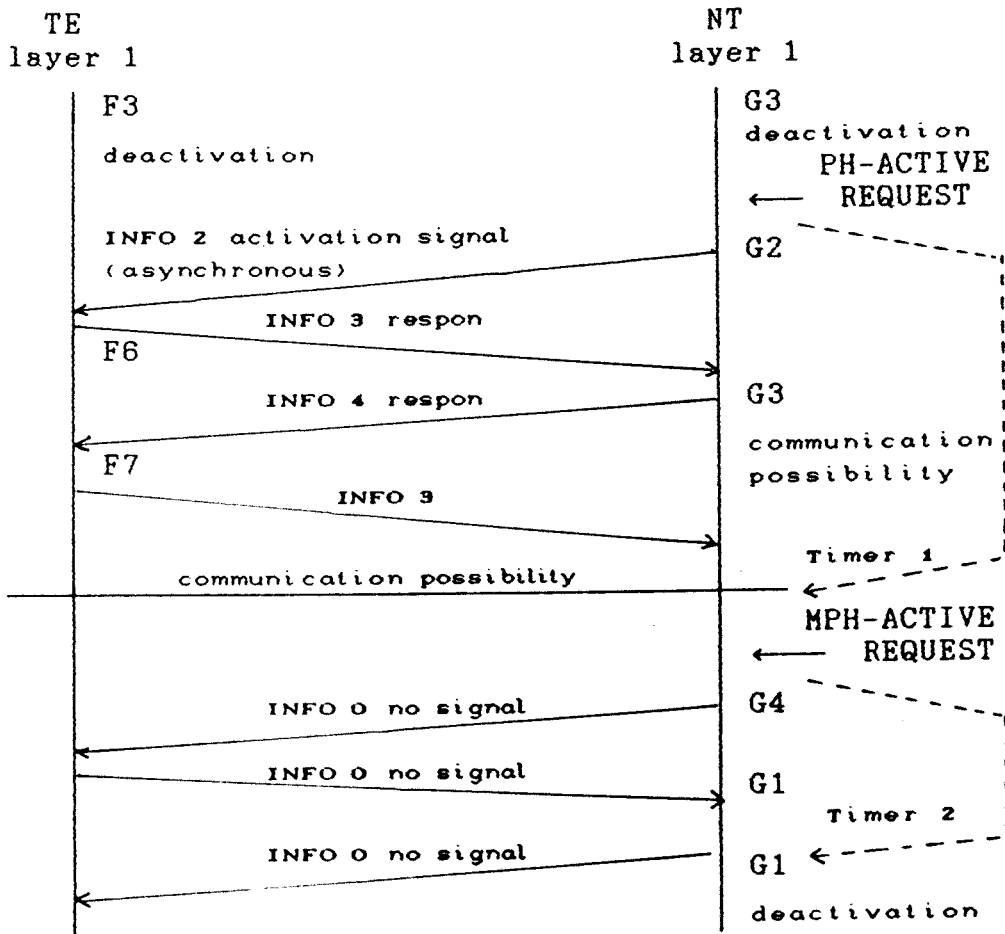
state F3 dan peralatan sisi jaringan adalah state G1.

- b. Ketika peralatan sisi terminal aktif, peralatan sisi terminal akan mengirimkan info sinyal 1 dan memasuki ke state F4, dan pada waktu yang sama timer 3 mulai mengawasi respon info sinyal 1 dari peralatan jaringan.
- c. Pendeteksian info sinyal 1 pada peralatan sisi jaringan, di mana peralatan jaringan akan mengirim info sinyal 2 dan memasuki state G2, dan pada waktu yang sama timer 1 mulai mengawasi respon info sinyal 2 pada peralatan sisi terminal.
- d. Peralatan sisi terminal dalam state F4 digerakkan ke state F5 oleh penerima pertama pada beberapa sinyal dari peralatan sisi jaringan, dan peralatan sisi terminal berhenti mengirimkan info sinyal 1 dan menantikan identifikasi info sinyal 2.
- e. Ketika peralatan sisi terminal menerima sinyal aktif dari peralatan sisi jaringan (info 2), state F5 digerakkan ke state F6 dan peralatan terminal menanggapi dengan info sinyal 3 untuk keadaan normal dari peralatan sisi jaringan (info 4).
- f. Info sinyal 3 diterima pada peralatan sisi jaringan, peralatan jaringan memasuki state G3 (state normal aktif) dan mengirimkan info sinyal 4.
- g. Pada peralatan sisi terminal, peralatan terminal memasuki ke state F7 dan menerima info sinyal 4 dari peralatan sisi jaringan.

GAMBAR 3.7<sup>28)</sup>

PROSEDUR AKTIF DENGAN ARAH TE KE NT

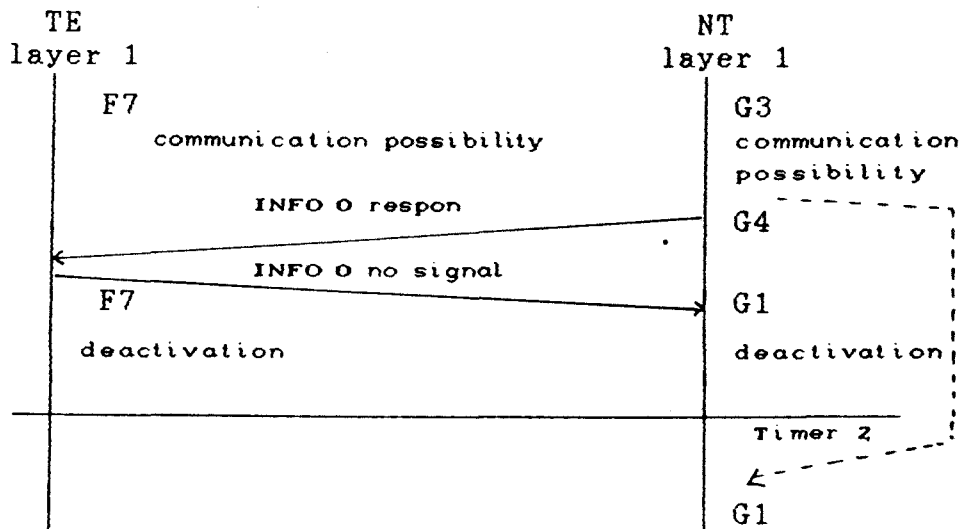
<sup>28)</sup> Ibid, Hal. 4-21

GAMBAR 3.8<sup>29)</sup>

## PROSEDUR AKTIF DENGAN ARAH NT KE TE

- h. Akhirnya, state pada peralatan terminal adalah state F7 dan state pada peralatan sisi jaringan adalah state G3, dan ini adalah state normal aktif dengan protokol yang aktif pada kedua tujuan, baik peralatan sisi jaringan dan peralatan sisi terminal akan mentransmisikan frame-frame yang normal.

<sup>29)</sup> Ibid, hal 4-22



GAMBAR 3.9<sup>30)</sup>

PROSEDUR NON-AKTIF DENGAN ARAH NT KE TE

#### III.4 LAYER 2

Layer 2 digunakan untuk data link layer pada OSI. Hal tersebut khusus untuk prosedur hubungan link dalam kanal D (*Link Access Procedure on D channel = LAPD*). Tujuan LAPD menyampaikan informasi layer 3 melalui user-network interface menggunakan kanal D dengan fungsi-fungsi untuk penentuan transmisi, format dan kesalahan-kesalahan operasional dalam sebuah data link, mendeteksi kesalahan, mengontrol aliran transmisi dan sebagainya.

##### III.4.1 GAMBARAN FUNGSI-FUNGSI LAPD (LINK ACCESS PROCEDURE ON D CHANNEL)

LAPD menyampaikan informasi diantara layer 3 yang

<sup>30)</sup> Ibid, hal-23

ada melalui user-network interface ISDN memakai kanal D yang membantu :

- Instalasi multiple terminal pada user-network interface
- Multiple layer 3 yang ada

Keseluruhan pesan/message data link layer ditransmisikan dalam frame yang dibatasi oleh flag-flag.

Berikut penjelasan LAPD :

#### 1. Penyebaran/Broadcast data link

Fungsi-fungsi data link layer ditentukan dengan menggunakan transfer informasi diantara kombinasi multiple pada bagian akhir data link. Selain point-to-point data link, broadcast data link diberikan untuk efisiensi transfer informasi pada multiple endpoint.

Jika transfer informasi point-to-point, sebuah frame ditunjukkan ke single endpoint, jika pada penyebaran transfer informasi, sebuah frame ditunjukkan ke satu atau lebih endpoint.

- Broadcast data link digunakan ketika jaringan bermaksud untuk mengirimkan informasi yang sama ke multiple terminal.

#### 2. Hubungan multiple data link

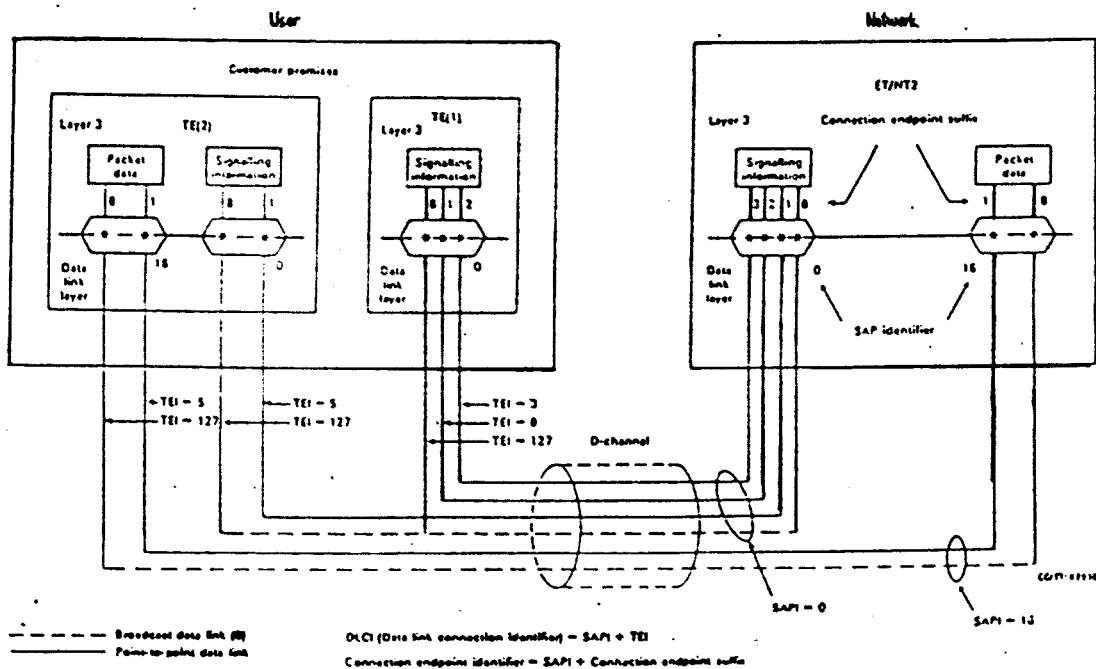
Semenjak multiple terminal dihubungkan ke satu user-network interface dan multiple layer 3 yang ada, maka diperlukan untuk menentukan hubungan-hubungan data link pada single interface fisik (kanal D). Hal itu disebut "multiple data link connection", yang mana memungkinkan pengelolaan transfer informasi yang bebas. Untuk menge-



tahui tiap hubungan data link, sebuah Data Link Connection Identifier (DLCI) dalam pengalamatan/address tiap frame ditentukan. DLCI dihubungkan dengan pengenalan data link bagian akhir yang terdiri dari 2 elemen; Service Access Point Identifier (SAPI) dan Terminal Endpoint Identifier (TEI).

SAPI digunakan untuk memperkenalkan pelayanan data link layer yang ditetapkan oleh data link layer yang ada ke layer 3.

TEI memperkenalkan hubungan endpoint yang khusus dalam sebuah pelayanan hubungan, atau identifikasi terminal bila digunakan pada multi terminal.



Gambar 3.10<sup>31)</sup>

GAMBARAN HUBUNGAN ANTARA DLC I, SAP I DAN TE I

<sup>31)</sup> Ibid, Hal. 4-37

Pada bagian akhir, nilai TEI harus diperiksa untuk memastikan bahwa TEI sudah tidak digunakan oleh peralatan user yang lain.

Gambar 3.10 menunjukkan gambaran hubungan antara SAPI, TEI dan DLCI.

#### III.4.2 PROSEDUR-PROSEDUR TRANSFER INFORMASI

Prosedur transfer informasi pada layer 2 dan prosedur penetapan TEI ditunjukkan dalam gambar 3.11, dengan penjelasan sebagai berikut :

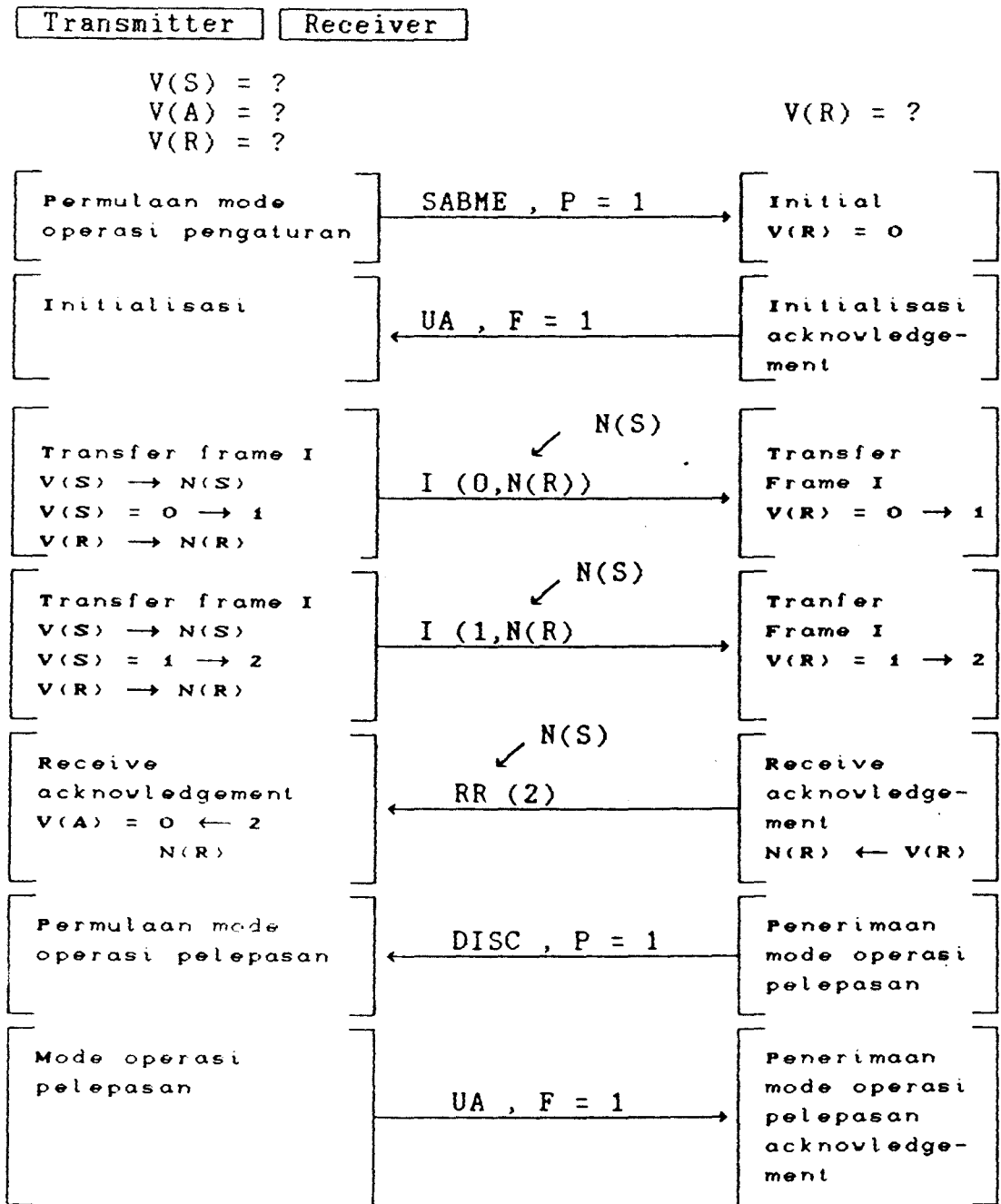
- STEP 1 : Prosedur penentuan pada acknowledge operation mode.

Prosedur ini menentukan link point-to-point diantara jaringan dan terminal di mana TE telah ditentukan, dan ikut dalam state transfer acknowledged information. Dalam prosedur ini pesan *Set Asynchronous Balanced Mode Extended (SABME)* ditransmisikan ke sisi penerima dengan bit P diatur ke "1". Dalam menerima pesan SABME di sisi penerima, dan menanggapi dengan respon *Unnumbered Acknowledged (UA)* dengan bit F diatur ke "1".

Dengan prosedur tersebut, kedua sisi pada pengirim dan penerima ikut dalam mode transfer acknowledged information dan kemudian memungkinkan untuk transfer informasi.

- STEP 2 : Prosedur Transfer Acknowledged Information

Pengiriman Frame I : Informasi yang diterima dari layer 3 dikirim dalam frame I. Parameter-parameter bidang kontrol



GAMBAR 3.11<sup>32)</sup>

KONSEP PROSEDUR TRANSFER INFORMASI

32) Ibid, Hal. 4-48

$N(S)$  dan  $N(R)$  ditetapkan berturut-turut pada  $V(S)$  dan  $V(R)$ . Nilai  $V(S)$  ditambah 1 pada bagian akhir pengiriman frame I.

Penerimaan Frame I : Pada penerimaan frame I yang benar atau supervisory frame (RR (Receive Ready), RNR (Receive Not Ready), REJ (Reject)), data link layer yang ada membahas  $N(R)$  dalam frame sebagaimana diketahui seluruh frame I yang mentransmisikan  $N(S)$  dan termasuk  $N(R)-1$  yang diterima. Nilai  $V(A)$  diatur ke nilai  $N(R)$ .

Penerimaan REJ : Pada penerimaan frame REJ yang benar, data link layer yang ada mengatur  $V(S)$  dan  $V(A)$  ke nilai  $N(R)$  dalam bidang pengontrolan frame REJ.

- STEP 3 : Prosedur Pelepasan dan kembali ke state TEI

Data link layer yang ada mengajukan permintaan untuk memulai pengiriman pesan DISC dengan bit P yang diatur ke "1". Dalam penerimaan pesan DISC, data link layer yang ada mengirim respon UA dengan bit F diatur ke "1", sebagaimana bit P dalam pesan DISC yang diterima.

### III.5 LAYER 3

Protokol layer 3 menentukan, memelihara dan menetapkan hubungan-hubungan jaringan diantara aplikasi komunikasi yang ada melalui ISDN. Prosedur-prosedur yang ditetapkan oleh protokol layer 3 didefinisikan pada pesan-pesan melalui kanal D pada struktur basic dan primary rate interface.

### III.5.1 STRUKTUR PESAN (MESSAGE STRUCTURE)

Dalam protokol layer 3, setiap pesan mungkin terdiri bagian-bagian berikut :

- a. Protocol Discriminator
- b. Referensi panggilan
- c. Tipe pesan
- d. Elemen-elemen informasi yang diperintahkan, sebagaimana yang ditentukan.
- e. Elemen-elemen informasi tambahan, ketika diperlukan.

Elemen-elemen a, b dan c untuk semua pesan dan harus diberikan, sementara elemen-elemen d dan e untuk tipe pesan yang khusus.

#### *a. Protocol Discriminator*

Bertujuan membedakan pesan untuk pengontrol panggilan user-network dari beberapa pesan pada standar yang lain, dan hal itu harus dikodekan untuk menunjukkan bahwa pesan tersebut adalah pesan pengontrol panggilan user-network Rec. I.451.

#### *b. Referensi Panggilan*

Untuk memperkenalkan panggilan dari sejumlah panggilan dalam link layer 2 kanal D. Elemen informasi referensi panggilan terdiri dari dua : *call reference value* dan *call reference flag*.

#### *c. Type Pesan*

Untuk memperkenalkan pesan yang akan dikirim.

*d. Elemen-elemen informasi yang wajib/ditentukan*

Elemen-elemen informasi yang wajib ada dalam setiap pesan.

*e. Elemen-elemen tambahan/bebas*

Elemen-elemen informasi yang mungkin terdapat dalam sebuah pesan ketika diperlukan.

### III.5.2 PROSEDUR PEMBENTUKAN PANGGILAN

Prosedur pembentukan panggilan pada layer 3 terdapat pada gambar 3.12, dengan penjelasan sebagai berikut :

*a. Permintaan panggilan*

User memulai pembentukan panggilan dengan mengirimkan pesan SETUP melalui user-network interface. Pesan SETUP berisi keseluruhan informasi yang diperlukan oleh jaringan untuk proses panggilan.

Jaringan mengirim pesan CALL PROC ke user untuk respon pesan SETUP dan untuk menunjukkan bahwa panggilan sedang diproses. Pesan CALL PROC berisi kanal B yang disediakan untuk panggilan.

*b. Proses panggilan*

Setelah menyelesaikan pemilihan kanal, dan jaringan cukup menerima informasi panggilan, maka hal tersebut menentukan apakah panggilan dapat dikirim untuk memenuhi permintaan. Jika hubungan fasilitas dan permintaan pelayanan telah tersedia, jaringan akan memproses pembentukan panggilan.

*c. Panggilan yang datang*

Di sisi tujuan , jaringan menunjukkan adanya panggilan dengan mengirimkan pesan SETUP. Peralatan user yang dalam keadaan idle dan sesuai ditunjukkan dengan pesan SETUP menanggapi dengan pesan ALERT (pesan CALL PROC mungkin digunakan sebagai pilihan dalam prosedur pengontrol panggilan yang simetris).

*d. Konfirmasi panggilan*

Pesan ALERT ditransfer dari jaringan ke sisi pemanggil dan pesan tersebut menyebabkan peralatan user membangkitkan pensinyalan.

*e. Hubungan panggilan*

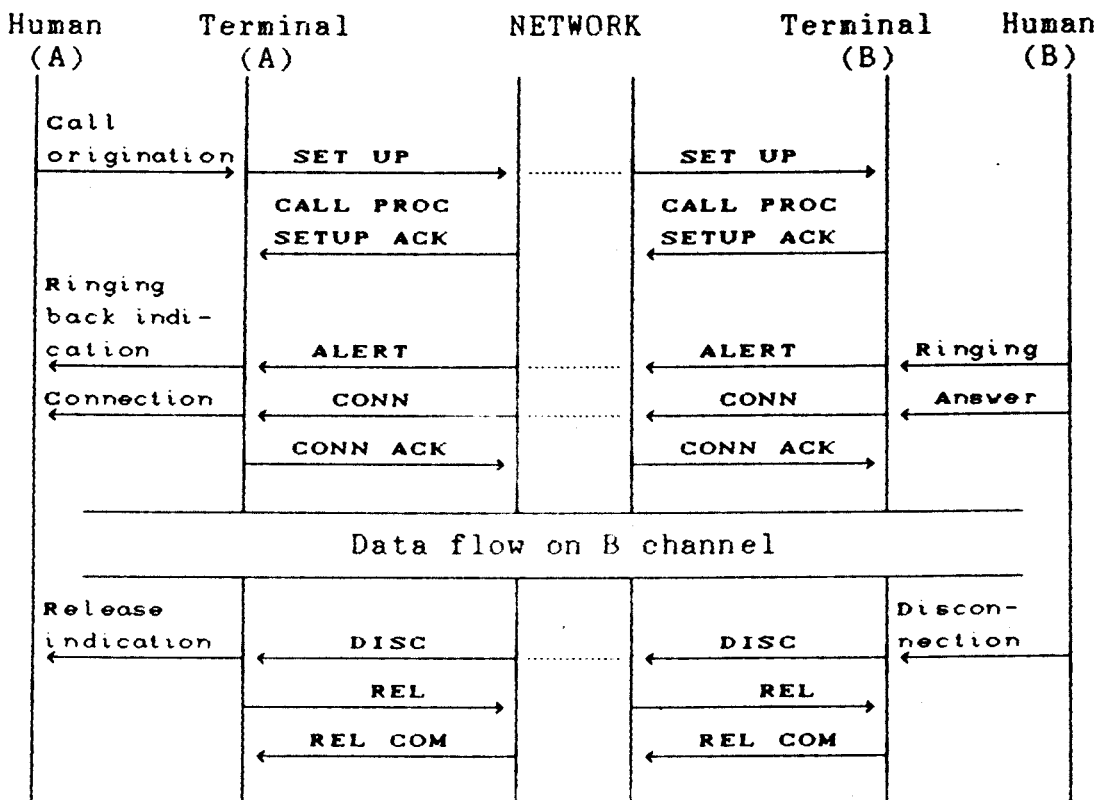
Ketika user yang dituju menerima panggilan yang masuk, hal tersebut ditunjukkan oleh pengiriman pesan CONN ke jaringan. Dalam menerima pesan CONN, jaringan melengkapi bagian rangkaian pada kanal B yang dipilih dan kemudian mengirimkan pesan CONN ACK ke user yang dituju. Pada penerimaan pesan CONN, user pemanggil boleh secara bebas membangkitkan pesan CONN ACK untuk prosedur pengontrolan panggilan yang simetris.

Pada waktu user pemanggil menerima pesan CONN dan user yang dituju menerima pesan CONN ACK, panggilan dalam keadaan state yang aktif.

### III.5.3 PROSEDUR PEMBEBASAN PANGGILAN

User memulai pembebasan dengan pengiriman pesan DISC. Pada saat menerima pesan DISC, jaringan mempertim-

bangkan panggilan untuk memutuskan pemilihan state, dan mengirimkan kembali pesan REL untuk konfirmasi ke user yang mengirimkan pesan DISC. Pesan DISC juga ditransfer oleh jaringan ke user yang lain untuk memberitahukan panggilan yang bebas. User yang menerima pesan REL membebaskan panggilan dan mengirimkan pesan REL COM ke jaringan untuk memberitahukan bahwa panggilan telah bebas.



GAMBAR 3.12<sup>33)</sup>

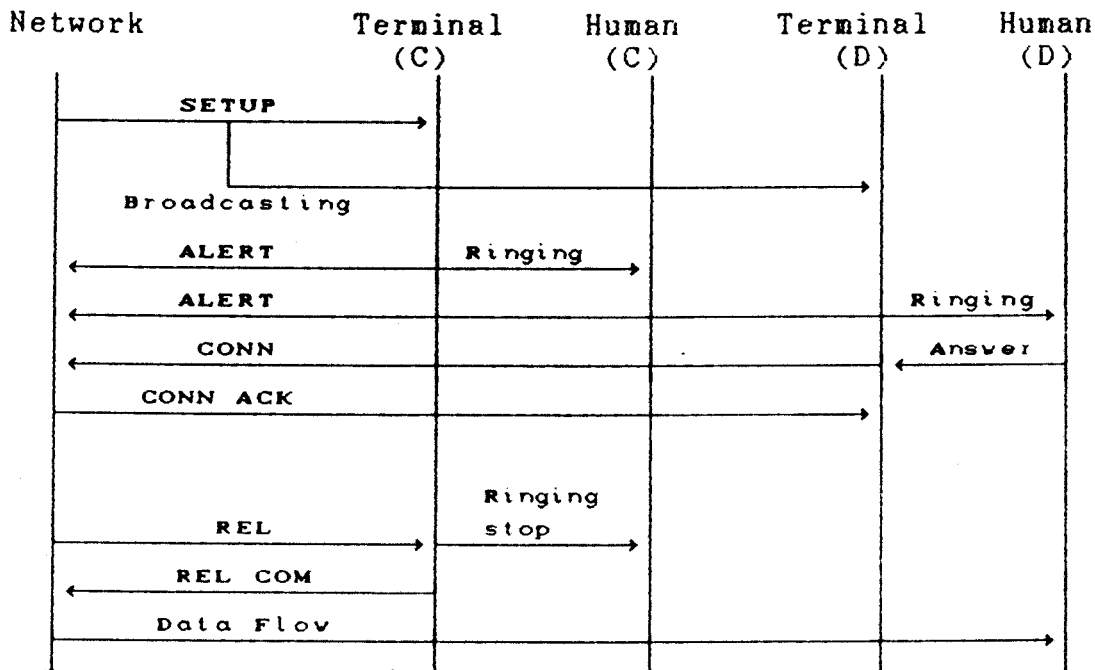
### PROSEDUR PEMBENTUKKAN PANGGILAN PADA LAYER 3

<sup>33)</sup> Ibid, Hal. 4-57



### III.5.4 PEMBENTUKAN PANGGILAN UNTUK KONFIGURASI TERMINAL MULTIPOINT

Prosedur pembentukan panggilan untuk konfigurasi terminal multipoint sesuai dengan penjelasan pada persoalan 3.5.2, hanya berbeda pada prosedur datangnya panggilan. Gambar 3.13 menunjukkan prosedur panggilan yang datang pada terminal multipoint.



GAMBAR 3.13<sup>34)</sup>

PEMBENTUKAN PANGGILAN UNTUK TERMINAL MULTIPOINT

<sup>34)</sup> Ibid, Hal. 4-59

Pesan SETUP dikirim dengan menggunakan kemampuan penyebaran pada data link layer. Terminal-terminal yang ada memulai pensinyalan dan mengirimkan kembali pesan ALERT pada jaringan. Pada persoalan ini, jaringan menerima multiple pesan-pesan ALERT dari terminal yang dituju. Ketika pesan CONN pertama yang dikirim oleh terminal yang dituju diterima, jaringan akan mengirimkan pesan CONN ACK ke terminal yang dituju. Kemudian jaringan akan membebaskan terminal yang tidak dipilih dengan mengirimkan pesan REL, sedang jaringan akan menerima pesan REL COM sebagai tanda bahwa panggilan telah bebas.

### III.6 PERTIMBANGAN PEMBENTUKAN CPE (Customer Premise Equipment) ISDN

Sebelum mempertimbangkan pembentukan CPE perlu diketahui berapa besar jaringan pelanggan yang dapat membantu akses pelanggan-pelanggan ISDN. Hal ini berhubungan dengan adanya teknologi baru yang akan diterapkan pada jaringan yang ada.

Pada prinsipnya, kemampuan akses pelanggan-pelanggan ISDN secara langsung tergantung pada kualitas jaringan pelanggan yang didasarkan pada beberapa pertimbangan.

#### III.6.1 KLASIFIKASI DAN KARAKTERISTIK PELANGGAN

Pelanggan pada jaringan telekomunikasi dibagi atas 2 golongan; *pemakaian perumahan (home user)* dan *pemakaian*

perusahaan/perkantoran (*business user*), dan tiap golongan terbagi dalam beberapa group menurut tingkat ketentuan pelayanan luas daerah lingkungannya.

#### III.6.1.1 HOME USER

Pemakaian perumahan yang menempati bagian terbesar dari pelanggan jaringan telekomunikasi terbagi atas 2 golongan; perumahan tunggal dan kelompok perumahan (*apartemen*). Keduanya memiliki beberapa perbedaan dalam elemen-elemen fasilitas telekomunikasi dan konstruksi kerjanya, tetapi untuk tingkat ketentuan pelayanan dan karakteristik keduanya hampir sama. Berikut perbedaan karakteristik antara keduanya diklasifikasikan dalam tabel 3-1.

#### III.6.1.2 BUSSINES USER

Pada pemakaian perusahaan terbagi menjadi 2 golongan; diutamakan pada pelayanan dan diutamakan pada realisasi CPE. Dimana keduanya tergantung pada luas wilayahnya.

Tabel 3-2 menggambarkan karakteristik dengan mengklasifikasikan pelanggan bangunan rendah, pelanggan bangunan tinggi dan pelanggan IBS (*Intelligent Building System*).

TABEL 3-1<sup>35)</sup>

## KARAKTERISTIK-KARAKTERISTIK PADA HOME USER

Klasifikasi	Fasilitas	Saluran lain	Keuntungan	Kerugian	Per - timbangan
PERUMAHAN TUNGGAL	-Per- lindungan pe- langgan -Salur- an -Pe- nyam- bungan	-Power -Antena TV -dll	-Fasili- tas se- derhana -Pemeli- haraan mudah	-Fasi- litas yang a- da sa- ngat banyak -Kurang cukup- nya pe- ngela- huan komuni- kasi	-Memudahkan penyediaan untuk meng- handle CPE -Memberikan konfigurasi pemasangan kabel secara sederhana -Menetapkan integrasi kabel-kabel secara sesuai
KELOMPOK PERUMAHAN	-MDF -Termi- nal box -Con- nector -Hand hole -Salur- an	-Power -Antena TV -Fire alarm -Inter- com -Eleva- tor power	-Pengelo- laan kelompok mu lebih mudah -Memudah- kan pe- nambahan pemakai ,		

<sup>35)</sup> Ibid, Hal. 4-77

TABEL 3-2<sup>36)</sup>

## KARAKTERISTIK JARINGAN TELEKOMUNIKASI BUSINESS USER

Klasifikasi	Karakteristik	Pertimbangan
LOWER BUILDING SUBSCRIBER	<p>*Sebagian besar saluran yang tersembunyi (komunikasi, daya)</p> <p>-kerugian yang tergantung pada kesalahan induktif</p> <p>*Kesederhanaan pada tipe-tipe saluran (power, fire alarm, telephone)</p> <p>*Tipe-tipe user : sebagian kecil perusahaan dan sebagian kecil perkantoran</p> <p>*Tipe pelayanan : telephone, fax, telex, PC communication</p>	<p>-Perkembangan konfigurasi pemasangan kabel user</p> <p>-Menetapkan metode integrasi pada CPE yang ada</p> <p>-Metode perkembangan fungsi-fungsi komunikasi internal</p> <p>-Memudahkan akomodasi pada beberapa terminal telematic</p>

<sup>36)</sup> Ibid, Hal 78

LANJUTAN TABEL 3-2

Klasifikasi	Karakteristik	Pertimbangan
HIGHER BUILDING SUBSCRIBER	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Formasi pada pemasangan kabel PIT</li> <li>*Beberapa tipe saluran (power, komunikasi, internal broad-casting, CATV/keamanan fire alarm, dll)</li> <li>*Pengaruh yang besar kesalahan induktif (saluran memiliki kecenderungan untuk berkumpul pada satu tempat)</li> <li>*Bermacam-macam pelayanan (fax, telephone, komunikasi data, LAN, video dll)</li> <li>*Sistimatisasi pada berbagai fungsi (BAS = Building Automation System)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Metode pemasangan kabel untuk meminimum kesalahan induktif</li> <li>*Kebebasan dan interworking               <ul style="list-style-type: none"> <li>-Jarak pemasangan kabel pada tiap ruangan dan tingkat</li> <li>-Interworking antar tingkat (bus, ring)</li> </ul> </li> <li>*Konfigurasi pemasangan kabel pada akomodasi yang sederhana untuk bermacam-macam pelayanan komunikasi</li> </ul>
IBS SUBSCRIBER	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Komponen : Host computer, jaringan, sensor, dll</li> <li>*Integrasi multi-sistem pada BAS</li> <li>*Tipe saluran : power, telekomunikasi, pelayanan otomatis</li> <li>*Keperluan pelayanan               <ul style="list-style-type: none"> <li>-Pelayanan telekomunikasi: telephone, video conference, dll)</li> <li>-Pelayanan otomatis : proses dokumen/informasi</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Kemampuan pemeliharaan, keamanan, penyampaian</li> <li>*Perlindungan dari EMC</li> <li>*Jarak dan duplikasi desain pada sistem pemasangan kabel               <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Pemasangan kabel vertikal                   <ul style="list-style-type: none"> <li>-distribusi beban terpusat</li> <li>-perbedaan pada cabang-cabang kesalahan bebas</li> </ul> </li> <li>b. Pemasangan kabel horizontal                   <ul style="list-style-type: none"> <li>-multi-layout</li> <li>-tingkatan/batasan tertinggi pemasangan kabel</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

### III.7 TRANSMISI SINYAL DIGITAL PADA DSL (Digital Subscriber Line)

Implementasi ISDN yang merupakan suatu proses evolusi harus dapat berhubungan dengan sistem yang telah ada selama masa transisi, oleh karena itu aspek terpenting meliputi karakteristik operasional dan fisik pada perencanaan jaringan harus diperhatikan. Aplikasi teknologi DSL yang bertujuan merealisasi Basic Access interface dan operasi perencanaan jaringan ke pelanggan merupakan suatu teknologi yang digunakan untuk menuju ISDN. DSL menyediakan kemampuan transmisi dengan kualitas yang tinggi untuk setiap pelanggan ISDN Basic Access dengan menggunakan jaringan telepon dua kawat. Sinyal DSL terdiri dari 144 kb/s untuk data pelanggan (2B + D) dalam tiap tujuannya, 4 kb/s untuk pengeluaran tambahan membantu pengoperasian jaringan, 12 kb/s untuk fungsi framing dan timing. Ada tiga hal yang perlu diperhatikan pada standar pelaksanaan DSL secara obyektif untuk meminimum perubahan-perubahan yang akan terjadi pada proses pelaksanaan, yaitu<sup>37)</sup>:

1. Perkembangan DSL tidak memerlukan perencanaan tambahan yang cukup besar pada kondisi yang telah ada sekarang.
2. Sinyal DSL tidak akan berinterferensi dengan pelayanan yang diperoleh dari sinyal lain di sepasang kabel yang

---

<sup>37)</sup> Huang, I, Darvin, Valenti, Graig, PROCEEDING OF THE IEEE, vol. 79, no. 2, February 1991, Hal. 131

berdekatan.

3. DSL memiliki kemungkinan yang lebih besar, di mana sekarang ini DSL memerlukan gulungan kabel tanpa beban, tetapi perkembangan secara ekonomi pada pemasangan jaringan yang menguntungkan penggunaan digital loop carrier (DLC) untuk jaringan-jaringan yang lebih panjang, di mana digunakan pada gulungan kabel berbeban yang sesuai untuk transmisi suara.

Hal-hal lain yang perlu ditinjau pada perkembangan teknologi DSL untuk ISDN Basic Access dijelaskan berikut ini :

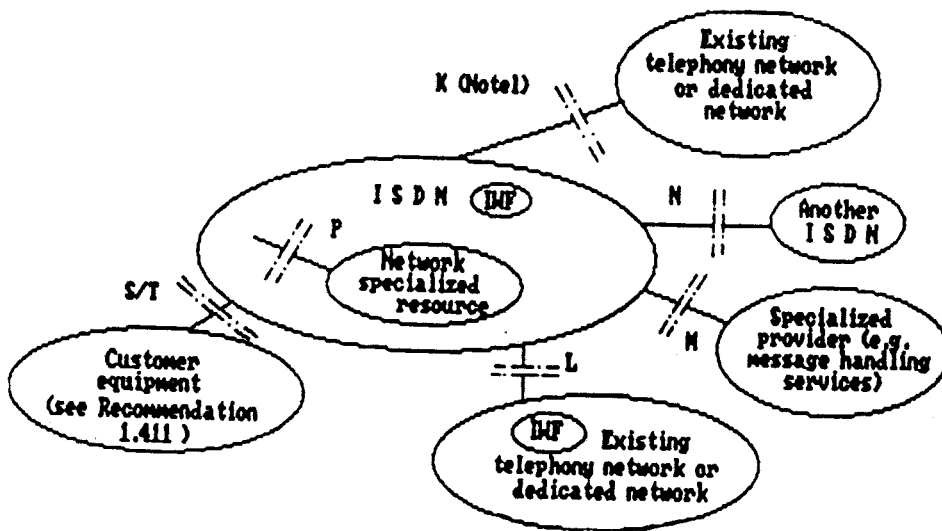
#### III.7.1 INTERWORKING JARINGAN PADA ISDN

Pada perkembangan ISDN tidak mungkin digunakan secara terpisah dengan jaringan lain ataupun langsung menggantikan jaringan yang telah ada. Untuk itu diperlukan interworking antara ISDN dan jaringan non-ISDN. Agar dapat dilakukan interworking maka pada ISDN dilengkapi dengan fungsi tambahan yaitu Interworking Function (IWF).

CCITT telah menentukan standarisasi untuk interworking pada ISDN dengan menambah titik referensi baru sebagai standar interface untuk interworking ( pada gambar 3.14), antara lain :

- *Titik Referensi K*, interface ISDN dengan jaringan telepon atau non-ISDN dengan IWF pada ISDN sehingga interworking dilakukan oleh jaringan ISDN.





GAMBAR 3.14<sup>38)</sup>

#### TITIK REFERENSI UNTUK INTERWORKING

- Titik Referensi L, interface yang sama dengan titik referensi K, hanya IWF terletak pada jaringan telepon.
- Titik Referensi M, interface khusus untuk teletex dan Message Handling System (MHS).
- Titik Referensi N, interface antara dua jaringan ISDN.
- Titik Referensi P, interface khusus untuk pelayanan tambahan dalam sistem ISDN.

### III.7.2 FORMAT SINYAL ISDN

#### III.7.2.1 Format Struktur Interface Dan Kemampuan Akses

Untuk transmisi antara sentral lokal dan pelanggan pada ISDN, CCITT menetapkan beberapa kecepatan kanal untuk

<sup>38)</sup> Stallings, William, ISDN AN INTRODUCTION, Macmillan Publishing Company, New York, 1990, Hal. 269

menyalurkan informasi dan pensinyalan yaitu :

- *Kanal B*, mempunyai kecepatan bit 64 kb/s dan digunakan untuk menyalurkan berbagai macam informasi (suara maupun non-suara) dari/ ke pelanggan. Kanal ini dapat digunakan pada hubungan circuit switching maupun packet switching.
- *Kanal D*, mempunyai kecepatan bit 16 kb/s untuk akses dasar dan 64 kb/s untuk akses primer, digunakan untuk pensinyalan dan juga untuk menyalurkan data packet, telemetry (data kecepatan rendah), tele-alarm dan low-speed data (video-tex).

- *Kanal H*, mempunyai kecepatan bit sebagai berikut :

Kanal H0 = 384 kb/s

Kanal H1 = 1536 (H11) kb/s dan 1920 (H12) kb/s

Kanal ini digunakan untuk menyalurkan berbagai macam informasi yang mempunyai kecepatan tinggi, misalnya fast facsimile, video high-speed data maupun data termultipleks.

Tidak semua jenis kanal ini perlu ada dalam suatu jaringan ISDN. CCITT telah menetapkan beberapa struktur kanal pada ISDN seperti dijelaskan berikut ini :

- *Struktur Interface Akses Dasar (Basic Rate Access, BRA)*, terdiri dari dua kanal B dan satu kanal D (2B + D), dengan kecepatan bit total 144 kb/s. Kedua kanal B dapat dipakai untuk jenis pelayanan yang berbeda pada saat yang sama. Hal ini diperlukan lagi untuk sinkronisasi, maintenance, balancing dan keperluan rumah tangga juga sebesar 48 kb/s, sehingga deras bit yang diperlukan

total menjadi 192 kb/s.

- *Struktur Interface Akses Primer (Primary Rate Access, PRA)*, terdiri  $n$  kanal B dan satu kanal D ( $nB + D$ ). Harga  $n$  tergantung sistem transmisi yang digunakan, untuk sistem transmisi PCM 30 harga  $n = 30$  dan untuk sistem transmisi PCM 24 harga  $n = 23$ .

### III.7.2.2 FORMAT PENYANDIAN

Pada dasarnya sinyal digital mempunyai bentuk suatu deretan pulsa-pulsa biner 'on' dan 'off' yang biasa disebut sinyal biner unipolar. Untuk penyaluran melalui saluran urat kabel yang biasa digunakan pada saluran telepon lokal, sinyal unipolar tersebut tidak dapat dipergunakan karena tidak dapat melalui pengkopelan transformator. Untuk mengatasi hal tersebut, dibentuk suatu format penyandian dengan tujuan agar diperoleh pengiriman daya sinyal yang minimal, efisiensi penyaluran yang optimal dan komponen DC sama dengan nol agar dapat disalurkan melalui pengkopelan transformator dan kondensator antara tingkat-tingkat penguatan. Beberapa kode format yang dipergunakan disamping format penyandian lainnya yaitu :

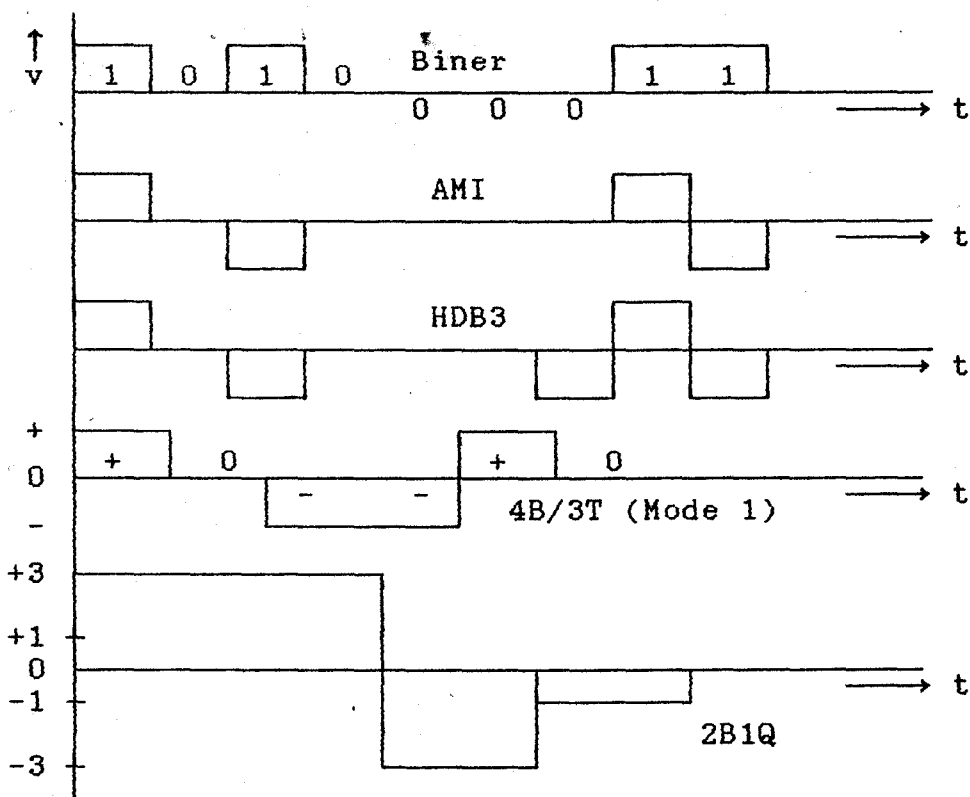
1. AMI dan HDB3
2. 4B/3T
3. Kode saluran 2B1Q

## 1. AMI dan HDB3

AMI dan HDB3 saat ini paling banyak digunakan pada komunikasi digital khususnya untuk transmisi PCM. Baik pada AMI maupun HDB3 digit '1' dinyatakan dalam bentuk tegangan pulsa positif atau tegangan negatif yang kemunculannya bergantian. Kelemahan pada penyandian AMI adalah kurangnya informasi apabila terjadi sederetan nol yang panjang. Untuk mengatasi hal tersebut, pada penyandian HDB3, pada setiap nol yang keempat dimunculkan suatu pulsa yang polaritasnya sama dengan pulsa sebelumnya. Dengan demikian jumlah nol yang muncul secara berurutan tidak pernah lebih besar dari tiga (gambar 3.15)

## 2. Penyandian 4B/3T

Format penyandian 4B/3T berbeda dengan kedua format sebelumnya, karena penyandian ini didasarkan kepada kelompok informasi (4 bit). Metode pengkodean ini juga disebut pengkodean blok. Sinyal digital dibagi-bagi dalam blok-blok yang terdiri dari empat bit dan setiap blok dikode dengan tiga simbol terner menurut suatu tabel kode atau algoritma. Untuk  $2^4 = 16$  kata biner tersedia  $3^3 = 27$  kata terner. Pemilihan sebuah kata terner dari setiap kata terner terjadi atas dasar penyeimbangan dari sinyal yang dikode dari mode 1 atau mode 2 ( tabel 3-3 ). Akibatnya kecepatan simbol ( dalam Bd ) menjadi  $3/4$  kali kecepatan transmisi ( dalam bit/second ). Pada kecepatan transmisi 2, 8, dan 34 Mb/s dianjurkan untuk menggunakan kode HDB3.



GAMBAR 3.15<sup>39)</sup>

PENYANDIAN AMI, HDB3, 4B3T DAN 2B1Q

Keuntungan dari interface ini pada transmisi melalui penghantar lokal adalah bahwa pengkodean tidak mendapatkan kesulitan pada saluran. Pada transmisi serat optik dan radio sinyal harus dikode ke sinyal biner lebih dahulu.

### 3. Kode Saluran 2B1Q

2B1Q (2 Binary, 1 Quartenary) adalah kode Pulse Amplitude Modulation (PAM) 4 level. Aliran bit data yang digunakan digunakan dari 2 kanal B (64 Kb/s) dan kanal D

<sup>39)</sup> Ekkelenkamp, H, ASPEK-ASPEK TRANSMISI DARI SISTEM KOMUNIKASI DIGITAL, NEPOSTEL, Jakarta, 1985, Hal. 73

TABEL 3-3 <sup>40)</sup>

## PENGKODEAN 4B/3T DENGAN 2 MODE

Kata Biner masuk	Kata Terner Keluar	
	mode 1 DSV = 0, 1, 2	mode 2 DSV = 0, -1, -2
0 0 0 0	0 - +	0 - +
0 0 0 1	- + 0	- + 0
0 0 1 0	- 0 +	- 0 +
0 0 1 1	+ - +	- + -
0 1 0 0	0 + +	0 - -
0 1 0 1	0 + 0	0 - 0
0 1 1 0	0 0 +	0 0 -
0 1 1 1	- + +	+ - -
1 0 0 0	0 + -	0 + -
1 0 0 1	+ - 0	+ - 0
1 0 1 0	+ 0 -	+ 0 -
1 0 1 1	+ 0 0	- 0 0
1 1 0 0	+ 0 +	- 0 -
1 1 0 1	+ + 0	- - 0
1 1 1 0	+ + -	- - +
1 1 1 1	+ + +	- - -

(16 Kb/s). Bit-bit kanal B dan D discrambling sebelum dikodekan. Masing-masing pasangan bit-bit yang discrambling berturut-turut dalam urutan data biner diubah ke simbol quaternary di output dari transmitter dengan interface sebagaimana ditunjukkan pada tabel 3-4.

Keempat tanda dalam daftar *Quarternary Symbol* pada tabel di atas sebanding dengan tinggi pulsa. Kode saluran 2B1Q digunakan sebagai standard dasar Basic Access ISDN di Amerika Utara, karena kode 2B1Q mempunyai kecepatan bit yang besar. Kode 2B1Q memiliki bandwidth 50 KHz dan

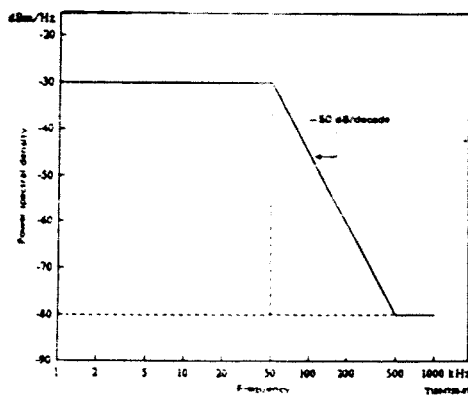
<sup>40)</sup> Ibid, Hal 75

kecepatan informasi 160 Kbps.

Batas atas spektrum kerapatan daya dari sinyal yang ditransmisikan dengan menggunakan kode saluran 2B1Q sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 3.16. Diharapkan sinyal yang ditransmisikan dan diterima harus cukup linier supaya sisa rata-rata non-linear sekurang-kurangnya 36 dB dibawah sinyal rata-rata pada interface

### III.7.2.3 Hubungan Frekuensi Dengan Kecepatan Informasi

Penyaluran suatu sinyal digital dinyatakan dengan frekuensi Nyquistnya, di mana frekuensi penyaluran sama dengan  $1/2$  kecepatan informasinya (bit/detik). Pada beberapa format penyandian, kecepatan penyaluran tidak sama dengan kecepatan informasinya. sehingga frekuensi



GAMBAR 3.16

41)

BATAS ATAS SPEKTRUM KERAPATAN DAYA PADA SINYAL  
DARI NT1 DAN LT

41) ELITT, DIGITAL NETWORK, DIGITAL SECTION AND DIGITAL LINE SYSTEMS, Geneva 1989.

TABEL 3-4<sup>42)</sup>

TABEL PENGKODEAN 2B1Q

Bit pertama (Sign)	Bit kedua (Magnitude)	Quarternary Symbol (Quat)
1	0	+3
1	1	+1
0	1	-1
0	0	-3

pada jenis format tersebut berbeda-beda untuk jumlah informasi yang sama. Berikut ini akan ditunjukkan perhitungan frekuensi untuk beberapa format penyandian yang banyak digunakan. Sinyal biner dalam format AMI maupun HDB3 diubah menjadi 3 level, kecepatan penyalurannya masih sama dengan kecepatan informasinya sehingga frekuensi penyaluran sama dengan  $1/2$  dari kecepatan informasinya. Untuk informasi yang berkecepatan 160 Kb/s, frekuensi untuk format AMI/HDB3 dan 4B/3T dapat di lihat pada tabel 3-5.

### III.7.3 TEKNIK TRANSMISI DIGITAL PADA DSL

Untuk transmisi digital dengan akses primer, dapat dilakukan dengan sistem transmisi PCM 30 atau PCM 24. Sedangkan untuk transmisi akses dasar pada saluran dua kawat agar penyediaan DSL memiliki kemampuan beroperasi full-duplex.

<sup>42)</sup> Huang, I. Darwin, Valenti, Craig, Op cit, Hal 138



TABEL 3-5<sup>43)</sup>

FREKUENSI PENYALURAN UNTUK SINYAL-SINYAL DIGITAL  
DENGAN FORMAT BIPOLAR NRZ, AMI/HDB3, DAN 4B/3T

Format	Kecepatan Informasi	Kecepatan Penyaluran	Frekuensi Penyaluran
NRZ	160 Kb/s	160 baud	80 KHz
AMI/HDB3	160 Kb/s	160 baud	80 KHz
4B/3T	160 Kb/s	120 baud	60 KHz

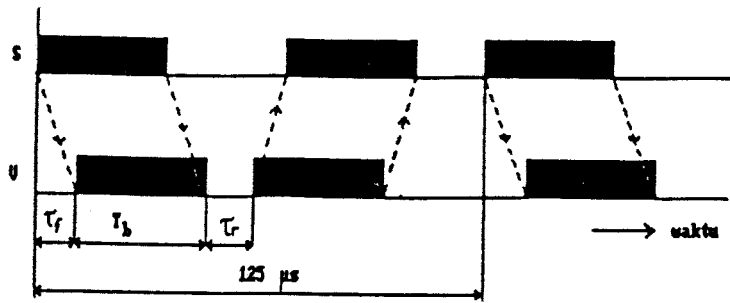
Ada dua metode yang harus diperhatikan yaitu *Time Compression Multiplexing (TCM)* dan *Echo Cancellation (EC)*. Di mana kedua metode ini digunakan bersama-sama pada teknologi DSL.

#### III.7.3.1 Time Compression Multiplexing (TCM)

Transmisi dua arah dapat terjadi jika pelanggan dan sentral secara bergantian dapat mengirimkan bit atau burst (metode pingpong). Dari satu arah hanya tersedia 1/2 dari waktu untuk transmisi.

Transfer dari sinyal dengan suatu kecepatan transmisi yang diinginkan hanya dapat dilakukan dengan penyimpanan data dan kecepatan simbol yang tinggi. Juga harus diperhitungkan waktu rambat (waktu propagasi)  $\tau_f$  sepanjang saluran kabel (kira-kira 5  $\mu\text{s}/\text{km}$ ) dan  $\tau_r$  untuk memindahkan hubungan dari kirim menjadi terima (lihat gambar 3.17).

<sup>43)</sup> Perumtel, PENELITIAN KUALITAS JARINGAN LOKAL UNTUK PENYALURAN SINYAL 150N (144 Kb/s), 1982, hal. 4

GAMBAR 3.17 <sup>44)</sup>

## TIME COMPRESSION MULTIPLEXING

Jika kecepatan transmisi yang masuk adalah  $S_{mas}$  maka untuk transmisi  $N$  bit per deretan bit tersedia  $N/S_{mas}$ . Jika waktu propagasi  $\tau_f$  dan kecepatan saluran adalah  $S_l$ , yang menyebabkan sederetan bit dikirim dalam alur waktu  $T_b = N/S_l$  maka berlaku :

$$\frac{N}{S_{mas}} = 2 \left( \tau_f + \frac{N}{S_l} + \tau_r \right) \quad \text{atau}$$

$$S_l = \frac{N}{N/2S_{mas} - \tau_f - \tau_r}$$

dengan  $N = 10$  bit per deretan bit,  $\tau_r = 25 \mu s$  (5 km),  $S_{mas} = 80$  Kb/s dan  $\tau_f = 5 \mu s$  didapat  $S_l = 300$  Kb/s. Dari sini terlihat bahwa kecepatan saluran harus lebih besar dari kecepatan transmisi yang masuk (dalam keadaan sempurna ( $\tau_f = \tau_r = 0$ ),  $S_l = 2S_{mas}$ ). Hal ini merupakan kelemahan dari TCM, karena pada basic rate ISDN dengan bit rate 192 kb/s maka kecepatan transmisinya harus 384 kb/s

<sup>44)</sup> Ekkelenkamp, H. Op cit. Hal 237

yang sulit dilewatkan pada twistd cable, sehingga sistem ini kurang cocok untuk diterapkan pada ISDN dengan dasar sistem jaringan telepon.

### III.7.3.2 Echo Cancellation (EC)

Pada teknik EC transmisi data digital dilakukan pada dua arah secara bersamaan. Pada saluran kabel, level-level noise biasanya rendah kecuali bila ada impulse noise, crosstalk near-end yang biasanya membatasi kerusakan pada sistem transmisi kabel, biasanya lebih dari 60 dB dibawah level sinyal yang ditransmit. Hal ini merupakan keadaan relatif yang diijinkan pada range transmisi untuk DSL dengan orde 45 dB. Dengan alasan ini EC harus mempunyai echo dari level suatu noise sekeliling yang ekstrim. Pada teknik ini bagian pemancar dan penerima dihubungkan ke saluran transmisi melalui rangkaian hybrid yang akan menyalurkan kedua saluran secara bersama-sama. Echo timbul karena pantulan sinyal yang ditransmisikan dari pelanggan (near-end echo) maupun dari terminal lawan (far-end echo). Sinyal echo yang dibangkitkan oleh echo signal synthesizer berdasarkan data yang ditransmisikan dan dikurangkan pada sinyal data yang diterima sehingga didapatkan data yang diinginkan. Maka sinyal yang diterima di sisi A (gambar 3.18) menjadi :

$$S(t) = S'(t) + e(t) - e'(t)$$

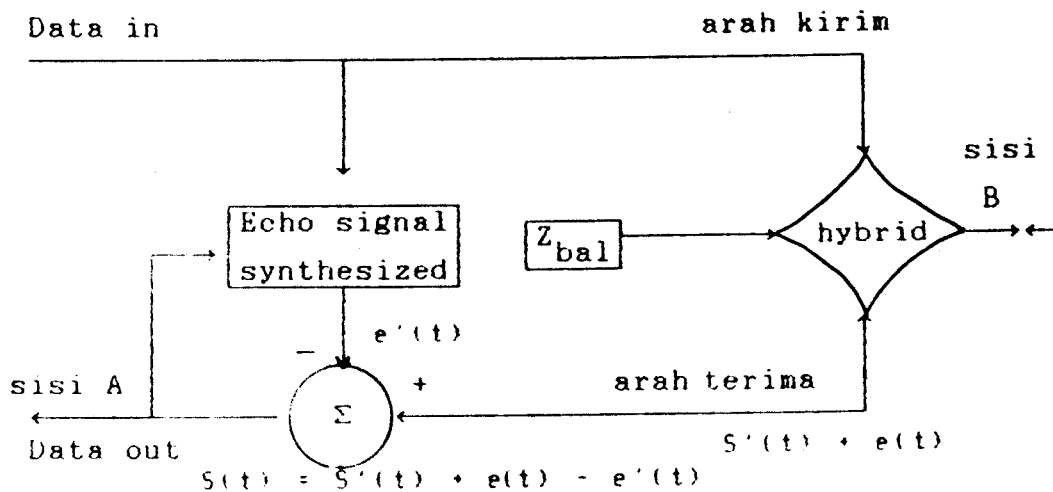
di mana :

$S'(t)$  = sinyal yang diperlukan

$e(t)$  = sinyal pantul

$e'(t)$  = sinyal simulasi  $e(t)$  yang dihasilkan dari echo signal synthesizer.

Metode ini paling banyak dipilih dalam penerapan ISDN karena tidak memerlukan kecepatan saluran yang tinggi, dan oleh karena itu tidak memerlukan lebar bidang frekuensi yang besar, sehingga level input noise dan rugi-rugi tidak terlalu besar.



GAMBAR 3.18<sup>45)</sup>

BLOK DIAGRAM DASAR ECHO CANCELLER

<sup>45)</sup> Ibid, Hal. 238

## BAB IV

### KESIAPAN PENERAPAN ISDN DI INDONESIA

---

#### IV.1 Umum

Posisi pertelekomunikasian Indonesia dalam menyambut era tinggal landas menjadi prasarana yang sangat pokok, seiring dengan kebutuhan pelayanan telekomunikasi dalam penyaluran, penyimpanan serta pengolahan informasi. Karenanya harus sudah dapat diperkirakan bentuk sasaran jaringan dalam menjawab berbagai jenis pelayanan yang akan timbul pada era tersebut. Yang terpenting adalah, berdasarkan kondisi yang ada bagaimana kiranya alur evolusi jaringan untuk dapat sampai kepada bentuk yang diinginkan tersebut, dengan memperhatikan parameter-parameter teknologi, sosial dan ekonomi yang secara keseluruhan berhubungan.

Dengan semakin berkembangnya sistem digital maka diusahakan dilakukan dengan menggunakan biaya sekecil mungkin dan kemudahan dalam pembentukan jaringan ISDN. Alasan-alasan yang digunakan ISDN dengan dasar jaringan telepon adalah banyaknya keuntungan yang didapatkan dengan penambahan biaya yang relatif kecil di samping telah luasnya jaringan telepon tersebut, sehingga jaringan ISDN akan mampu mencakup daerah yang luas juga.

Keuntungan-keuntungan penggunaan ISDN antara lain :

1. Digunakannya interface standar (S), sehingga dapat dihubungkan dengan terminal-terminal baru yang telah memenuhi standar ISDN maupun penggunaan terminal non-ISDN baru/lama dengan tambahan TA.
2. Interface standar yang dapat digunakan sebagai terminal multidrop (paralel), sehingga untuk penggunaan multi-terminal hanya digunakan satu nomor identifikasi saja.
3. Digunakan dua kanal terpisah (untuk Basic Rate), sehingga dapat digunakan untuk komunikasi bersama-sama dengan terminal yang berbeda maupun sama.
4. Adanya kanal khusus untuk pensinyalan yang dapat digunakan untuk pelayanan-pelayanan baru lainnya.

#### IV.2 EVOLUSI DAN STRATEGI PENCAPAIAN ISDN

Karena ISDN merupakan suatu sistem telekomunikasi yang baru dan memerlukan biaya yang besar, maka implementasinya harus direncanakan dengan matang agar tidak terjadi kesulitan pada perkembangan telekomunikasi di masa mendatang. Untuk itu diperlukan evolusi dan strategi yang tepat dalam penerapan ISDN pada jaringan yang ada, sehingga didapatkan hasil yang optimal.

Pencapaian ISDN tergantung keadaan tempat di mana ISDN tersebut akan diterapkan. Dengan demikian evolusi ISDN antara satu negara dengan negara yang lainnya jelas berbeda.

#### IV.2.1 EVOLUSI ISDN DI INDONESIA

Jasa telepon saat ini masih merupakan jasa yang paling utama dari berbagai pelayanan telekomunikasi. Oleh karena itu dalam menuju era ISDN hendaknya diperhatikan, agar tambahan biaya yang akan ditimbulkannya tidak akan memberikan pengaruh yang besar terhadap dasar pelayanan jasa telekomunikasi. Diperkirakan untuk mencapai era ISDN diperlukan beberapa tahap evolusi : <sup>46)</sup>

##### a. Tahap I

Pada tahap ini akan dilakukan digitalisasi switching telepon dan jaringan telepon, namun terminal-terminal telepon masih dalam bentuk analog. Selain itu perluasan penggunaan sistem signalling CCITT no.7 akan dilaksanakan tahap demi tahap, sampai keseluruhan sistem analog dapat digantikan dengan sistem digital. Sejalan dengan sistem telepon digital tersebut, maka akan berkembang pula sub-sistem jaringan data untuk umum dengan arsitektur yang memungkinkan untuk nantinya diintegrasikan dalam jaringan ISDN.

##### b. Tahap II

Pada tahap ini akan dimulai dengan penggabungan subsistem-subsistem digital yang terpisah pada tahap kesatu, yaitu integrasi jasa-jasa digital yang hanya memerlukan kecepatan transmisi yang sangat rendah,

---

<sup>46)</sup> PERUMTEL, "JARINGAN DIGITAL UNTUK PELAYANAN TERPADU", Makalah dalam seminar JDPT 1/85, PERUMTEL, Maret, 1987, hal. 83

sehingga tercapai jaringan ISDN untuk lebar pita yang sempit (narrow-band ISDN). Pada tahap ini, terminal-terminal telepon analog akan digantikan dengan terminal telepon digital. Semua transisi dan fasilitas switching akan dalam bentuk digital dan direalisasikan interworking dengan jaringan lain (SKDP dan Telex). Prospek pelayanan ISDN pada tahap ini sepenuhnya tergantung pada penerimaan pelanggan.

#### c. Tahap III

Pada tahap ketiga ditekankan pada pelayanan-pelayanan yang terintegrasi secara penuh, dimana baik sinyal digital lebar pita sempit (narrow-band) maupun pita lebar (broad-band) akan dapat disalurkan melalui switching dan jaringan yang terintegrasi. Semua jasa telekomunikasi yang dapat disalurkan melalui narrow-band ISDN dapat pula disalurkan melalui broad-band ISDN.

### IV.2.2 STRATEGI PENCAPAIAN ISDN DI INDONESIA

Agar ISDN dapat dicapai secara efisien, efektif dan ekonomis maka perlu disusun strategi yang fleksibel dan mudah disesuaikan terhadap kondisi yang ada, sehingga setiap perubahan yang terjadi tidak harus mengubah konsepsi strategi secara keseluruhan. Adapun konsep strategi secara umum dapat dijabarkan sebagai berikut :

- a. Pembangunan jaringan telekomunikasi selanjutnya dilaksanakan dengan perangkat-perangkat sistem yang



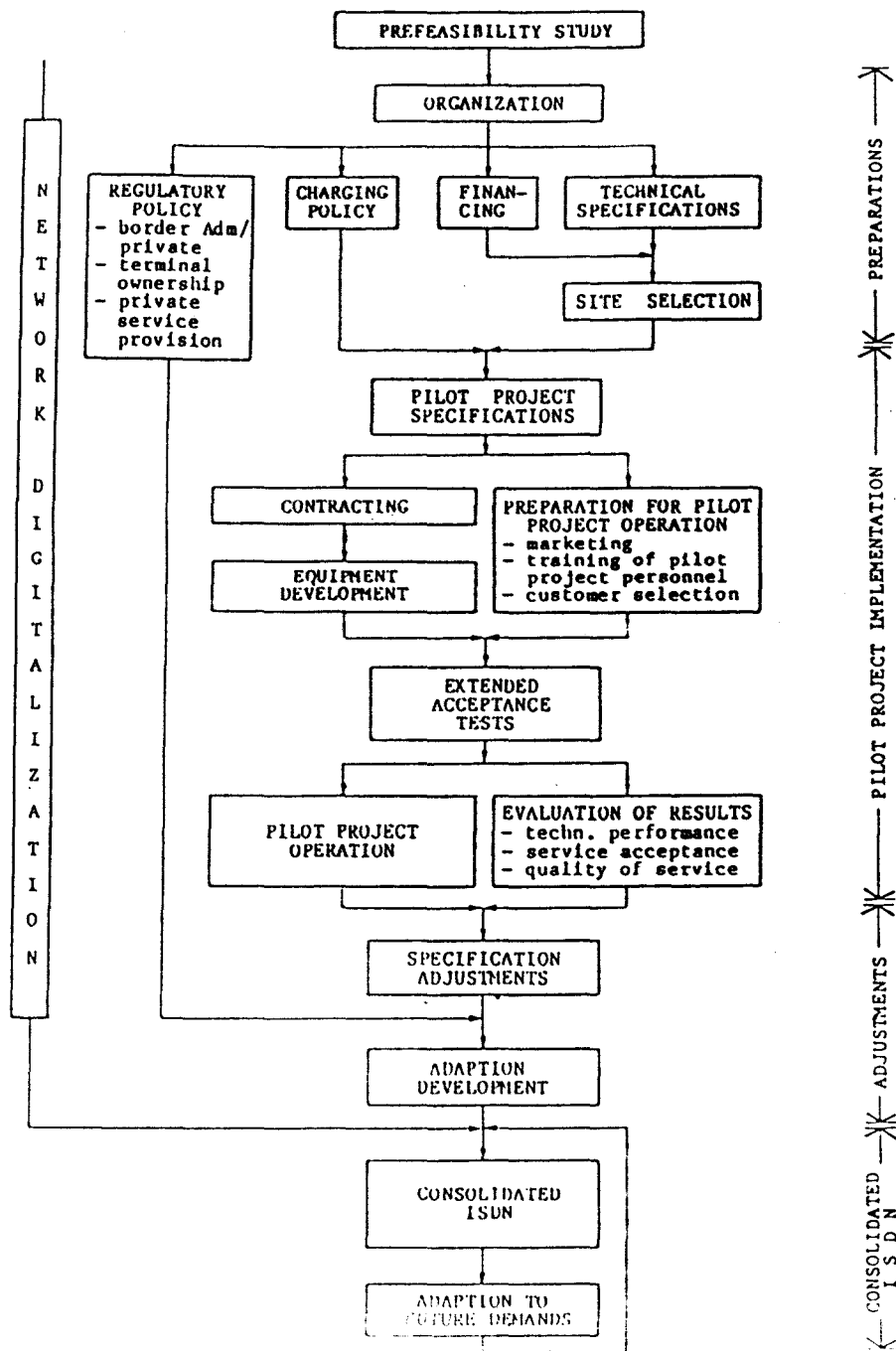
digital.

- b. Penggantian subsistem-subsistem telekomunikasi yang tidak efektif lagi dengan perangkat baru yang mempergunakan teknik digital.
- c. Mendorong pemakaian jasa telekomunikasi untuk membangun/ menggunakan perangkat/ jaringan digital.

Karena jaringan telepon merupakan jaringan yang terluas jangkauannya dibandingkan jaringan yang lainnya, maka pencapaian ISDN lebih efisien dan ekonomis bila menggunakan jaringan telepon sebagai dasar pencapaian jaringan ISDN. Dengan menggunakan jaringan telepon sebagai dasar ISDN maka untuk pelanggan telepon lama dapat dengan mudah mengubah pelayanannya menjadi pelayanan ISDN.

#### IV.2.3 SKENARIO PENERAPAN ISDN

Penerapan ISDN adalah melalui suatu proyek percontohan (*Pilot Project*) yang tidak hanya digunakan sebagai suatu eksperimen, karena pilot project tersebut sekaligus digunakan sebagai pengembangan jaringan ISDN di suatu negara. Keuntungan digunakannya pilot project tersebut adalah sebagai batasan terhadap daerah pelayanan yang dapat dijangkau oleh jaringan ISDN, serta terminal pelanggan yang sesuai dengan jaringan ISDN. Skenario penerapan dapat dibagi menjadi 4 tahap yaitu (gambar 4.1) :



GAMBAR 4.1<sup>47)</sup>

### SKENARIO PENERAPAN ISDN

<sup>47)</sup> PAN System, PREFEASIBILITY STUDY ON ISDN IN INDONESIA, General of Post and Telecommunications Ministry of Tourism, Post and Telecommunications, Chapter XIV, Hal III 14 9

### 1. Persiapan Penerapan

Persiapan-persiapan tersebut dilakukan penerapan ISDN mutlak harus dilaksanakan agar penerapannya dapat berjalan dengan baik. Persiapan tersebut meliputi segi-segi :

- teknis : penomoran, routing, pentaripan dan pensinyalan.
- non-teknis : organisasi dan peraturan umum.

### 2. Pilot Project

Fungsi untuk tahap ini adalah untuk mempersiapkan penerapan ISDN agar dapat membentuk jaringan ISDN nasional secara terpadu. Tahap ini dilakukan selama waktu tertentu dan selama penerapannya dilakukan penelitian, pengukuran dan evaluasi sehingga dapat dilakukan perubahan-perubahan sebelum memasuki tahap berikutnya.

### 3. Penyesuaian Yang Didasarkan Pada Proyek Percontohan

Tahap ini dilakukan dengan penyesuaian sistem agar kekurangan-kekurangan yang terjadi selama tahap pilot project diatasi dengan perubahan maupun penambahan sistem bila diperlukan sehingga didapatkan hasil yang lebih baik.

### 4. Konsolidasi ISDN

Setelah tahap-tahap tersebut maka jaringan ISDN akan menjadi satu kesatuan dengan jaringan yang ada maupun dengan jaringan ISDN yang dikembangkan di daerah lainnya.



MILIK PERPUSTAKAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH - NOPEMBER

yang kelak akan membentuk jaringan ISDN secara nasional. Pada tahap ini juga akan dikembangkan daerah jangkauan dan pelayanan, adaptasi permintaan pelayanan dan penambahan kemampuan dalam area.

#### IV.3 PILOT PROJECT ISDN DI INDONESIA

Tujuan utama dibuat suatu pilot project dalam penerapan ISDN adalah sebagai dasar permulaan implementasi jaringan ISDN di Indonesia secara optimal. Pilot project juga berfungsi untuk membuka jalan dalam mencapai jaringan ISDN yang menyeluruh sebagai :

- Evaluasi spesifikasi peralatan yang digunakan sehingga dapat dilakukan penyesuaian sebelum memasuki tahap berikutnya.
- Evaluasi penerimaan pelanggan terhadap pelayanan yang akan diberikan.
- Persiapan tahap konsolidasi ISDN.

Pada dasarnya, kemampuan mendukung akses pelanggan ISDN tergantung pada kualitas jaringan langganan lokal yang ada. Untuk mengetahui hal ini, telah dilakukan sampling pengukuran di Jakarta, Bandung dan Semarang, dalam suatu kerjasama antara PT TELKOM bersama dengan DETECON untuk wilayah Jakarta dan dengan UI untuk daerah Semarang dan Bandung.

#### IV.3.1 KEADAAN JARINGAN LOKAL YANG ADA

Jaringan lokal yang dipakai sekarang, baik kabel dalam tanah maupun kabel udara, berupa pair-cable dengan konduktor tembaga berdiameter antara 0.4 mm sampai dengan 1.0 mm. Akan tetapi sebagian besar berdiameter 0.4 mm dan 0.6 mm. Biasanya isolasi yang digunakan adalah PVC. Sedangkan kabel-kabel lama banyak yang menggunakan isolasi kertas, yang nantinya kabel dengan isolasi kertas tersebut akan dikurangi penggunaannya.

Karena adanya perbedaan karakteristik antara ISDN Basic Access dan rancangan awal jaringan lokal, timbul permasalahan pada jaringan lokal yang pada awalnya didesain untuk frekuensi 300 - 3400 Hz harus dapat digunakan untuk bit rate 144 Kb/s dari basic access ISDN.

Pada dasarnya hal tersebut adalah biasa, tetapi masalahnya sampai berapa jauh (km) jaringan lokal yang mampu mendukung basic access ISDN. Bila sebagian besar langganan potensial ISDN dapat dijangkau melalui jaringan lokal yang ada sekarang, tanpa peralatan tambahan seperti regenerator, maka ISDN dapat diperkenalkan dengan harga yang wajar. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas transmisi suara pada jaringan lokal adalah : echo, attenuation, near-end crosstalk dan far-end crosstalk akan dibahas di bawah ini.

#### IV.3.2 TINJAUAN PENGUKURAN JARINGAN LOKAL DI INDONESIA

Pengukuran yang dilakukan pada jaringan lokal di beberapa kota di Indonesia bertujuan menentukan seberapa jauh jaringan lokal yang telah ada dapat dipergunakan untuk menyalurkan sinyal ISDN. Berikut ini akan dibahas macam-macam pengukuran dan metode pengukuran yang dapat memberikan gambaran pengukuran jaringan lokal di beberapa kota di Indonesia.

##### IV.3.2.1 MACAM-MACAM PENGUKURAN

Pengukuran yang diperlukan terdiri dari parameter AC dan parameter DC.

###### a. *Pengukuran AC*

Pengukuran AC adalah pengukuran parameter-parameter kualitas transmisi seperti yang disebutkan dibagian lain bab ini. Gangguan yang paling berpengaruh adalah redaman, crosstalk dan intersimbol. Mengingat terbatasnya alat ukur yang tersedia, maka dari ketiga jenis gangguan tersebut di atas, yang dilakukan hanya pengukuran :

- Attenuation terhadap frekuensi.
- Near end crosstalk attenuation terhadap frekuensi.
- Far end crosstalk attenuation terhadap frekuensi.

Pengukuran dilakukan dalam daerah frekuensi antara 10 KHz dan 160 KHz, dengan selang frekuensi 10 KHz. Impedansi masukan alat ukur dan impedansi terminal harus 150  $\Omega$ , agar sesuai dengan impedansi kabel pair.

#### b. Pengukuran DC

Pengukuran DC diperlukan untuk mendukung hasil pengukuran AC dan verifikasi hubungan saluran. Pengukuran DC ini merupakan pengukuran parameter-parameter dasar yang digunakan untuk mengetahui apakah kabel masih dapat dipergunakan atau masih dapat diperbaiki.

Macam-macam pengukuran DC yang dilakukan adalah :

1. *Discontinuity test*, pengukuran untuk mengetahui terputus atau tidaknya hubungan.
2. Tahanan isolasi, untuk mengetahui adanya hubung singkat dan untuk mengetahui apakah isolasinya masih baik dan dapat dipergunakan (minimum : 5000M Ohm)
3. Tahanan jerat (*loop resistance*), dapat dipakai untuk mengetahui panjang kabel.
4. Kapasitansi bersama (*mutual capacitance*), bila diperlukan dapat dipergunakan untuk memperbaiki kondisi balance untuk memperbaiki crosstalk. Tabel 4-1 berikut memberikan batasan harga dari parameter DC yang mesti dipenuhi.

TABEL 4-1<sup>48)</sup>

PARAMETER DC DARI SALURAN LOKAL

Diameter of conduc- tor (mm)	Loop resistance (Ohm/km)		Mutual capacitance range (nF/km)	Minimum Insulation resistance (MOhm) over total length
	max- imum	Plan- ning range		
0.4	300	270	34 - 36	5
0.6	130	120	37 - 48	5
0.8	73	67	36 - 37	5

#### IV.3.2.2 METODE PENGUKURAN

Pada dasarnya pengukuran dimaksudkan untuk mengetahui kondisi saluran secara keseluruhan, seberapa jauh masih dapat dipergunakan untuk menyalurkan sinyal ISDN. Untuk menghemat waktu dan tenaga, pengukuran dilakukan secara sampling (pencuplikan). Agar pengukuran dapat mewakili seluruh wilayah, maka sample pada pengukuran ditentukan sebagai berikut :

1. Pada setiap kabel primer dari sebuah sentral dilakukan pengukuran dari sentral ke DP melalui sebuah RK atau dua buah RK.
2. RK yang diambil dari setiap kabel primer adalah RK yang terjauh. Hal ini diasumsikan bahwa apabila salah satu

<sup>48)</sup> Perumtel, PILOT PROJECT ISDN, PUSLITBANGTEL, 1991, Hal. 79



bagian sepanjang kabel primer mengalami penurunan tahanan isolasi, maka tahanan isolasi pada RK yang terjauh akan ikut terpengaruh. Untuk FEXT, harga yang terburuk adalah pada saluran yang terpanjang.

3. Setiap satu RK diambil satu DP yang terjauh. Hal ini dimaksudkan sama seperti pengambilan RK terjauh.
4. Setiap satu DP cukup diambil 5 pasang urat kabel.
5. Khusus untuk pengukuran crosstalk perlu dilakukan pengukuran timbal balik dari DP ke sentral dan diukur terhadap pasangan dari dua quad yang berdekatan.

Dalam pelaksanaannya sulit diperoleh kondisi di atas mengingat banyak pasangan urat kabel yang sudah dipergunakan sehingga pencuplikan secara acak murni tidak dapat dilakukan. Mengingat umumnya saluran yang dipergunakan adalah yang terbaik, dapat diasumsikan bahwa saluran yang dipergunakan adalah yang terbaik, dapat diasumsikan bahwa saluran yang belum dipergunakan dapat dikatakan lebih buruk dari yang sudah dipergunakan sehingga sample yang diambil dapat mewakili saluran keseluruhan.

#### IV.3.3 FAKTOR-FAKTOR YANG MENYEBABKAN PENURUNAN KUALITAS TRANSMISI

Pembatasan mutlak kemampuan jaringan langganan lokal yang ada untuk mendukung basic access ISDN adalah bit error rate (BER), sehingga cara paling tepat untuk

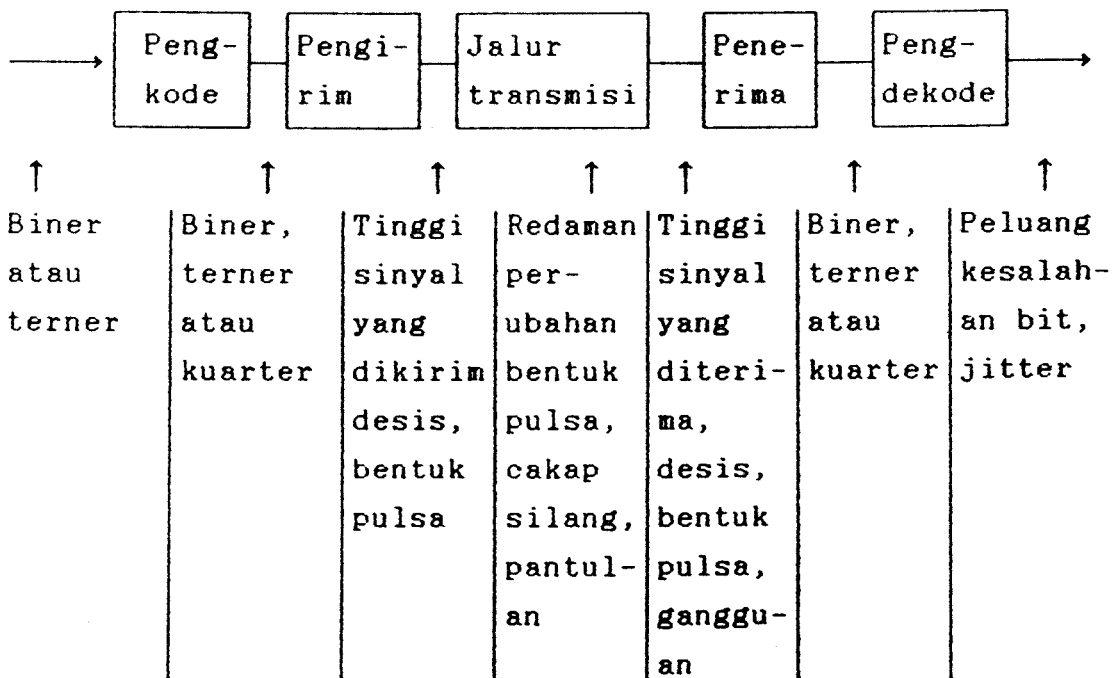
menilainya adalah dengan mengukur BER dengan ISDN yang terpasang atau dengan alat ukur BER. Karena hal ini akan memerlukan biaya yang besar dan waktu yang lama, perlu dicari kriteria evaluasi yang lain. Besarnya BER dikaitkan dengan perbandingan biaya sinyal terhadap derau S/N di ujung kabel. Untuk ini perlu dipelajari unsur-unsur yang menyebabkan penurunan daya sinyal dan unsur-unsur yang menimbulkan derau. Penurunan kualitas yang terjadi sepanjang saluran disebabkan oleh :<sup>49)</sup>

1. Redaman
2. Crosstalk
3. Interferensi (induksi tegangan listrik)
4. Interferensi intersimbol
5. Derau dan cacat
6. Echo

Redaman pada saluran akan berakibat turunnya daya sinyal yang diterima pada pengirim, sedangkan gangguan-gangguan lainnya akan mengakibatkan derau yang distribusinya mengikuti distribusi normal (gaussian). Pada Gambar 4.2 dapat dilihat distribusi penurunan kualitas sepanjang saluran kabel lokal (kabel dua kawat).

---

49) ———, PENELITIAN KUALITAS JARINGAN LOKAL UNTUK PENYALURAN SINYAL ISDN (144 Kb/s), Laporan Kerjasama Puslitbangtel - UI, 1987, hal.16



50)  
GAMBAR 4.2

#### DISTRIBUSI DERAU SEPANJANG SALURAN KABEL LOKAL

##### IV. 3. 3. 1 REDAMAN

Dalam menentukan besarnya daya sinyal yang diterima, perlu diketahui besarnya redaman saluran itu sendiri. Secara umum besarnya redaman saluran kabel dua kawat (pair cable) tiap satuan panjang adalah : <sup>51)</sup>

$$\alpha = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

50) Ekkelenkamp, H, ASPEK-ASPEK TRANSMISI DARI SISTEM KOMUNIKASI DIGITAL, Nipostel, Jakarta, 1985, hal. 41

51) PERUMTEL, Op cit, Hal. 16

Dari persamaan tersebut di atas dapat dilihat bahwa redaman tergantung dari tahanan kawat (R), mutual capacitance (C), induktansi kabel (L) dan konduktansi isolasi kabel (G).

**a. Tahan kawat (R)**

Besarnya tahanan kawat dengan memasukkan faktor "skin effect" adalah :<sup>52)</sup>

$$R \text{ (Ohm/ km)} = 4.17 \times 10 \frac{\sqrt{f}}{d}$$

di mana :

f = frekuensi (c/s)

d = diameter konduktor kawat (mm)

**b. Kapasitansi Bersama (C)**

Secara umum besarnya mutual capacitance untuk kawat berisolasi poliethelene adalah :<sup>53)</sup>

$$C \text{ (nF/ km)} = \frac{63.87}{\ln \frac{2s}{d}}$$

di mana :

s = jarak antara konduktor ( s = 2d)

d = diameter konduktor

Berdasarkan spesifikasi yang ditetapkan oleh PT TELKOM besarnya mutual capacitance untuk diameter 0.4 mm dan 0.6

---

<sup>52)</sup> Ibid, Hal.17

<sup>53)</sup> Ibid, Hal.17

mm sebesar 50 nF/ km.

### c. Induktansi (L)

Induktansi untuk kabel dua kawat (cable pair) terdiri dari induktansi dalam ( $L_d$ ) dan induktansi luar  $L_1$  adalah :<sup>54)</sup>

$$L(\text{mH/km}) = L_d + L_1$$

di mana :

$$L_d = \frac{4\mu}{4\pi} \frac{2\delta}{d} \text{ mH/km}$$

$$L_1 = \frac{\mu}{\pi} \ln \left[ \frac{s}{d} + \left( \frac{s^2}{d^2} + 1 \right)^{1/2} \right] \text{ mH/km}$$

$$\delta = \text{kulit untuk kawat tembaga, } \delta = \frac{64}{\sqrt{f}}$$

$$\mu = \text{permeabilitas} = 0.4 \pi \text{ mH/km}$$

$$d = \text{diameter kawat (konduktor) (cm)}$$

$$s = \text{jarak antar konduktor (cm) umumnya } s = 2d$$

Untuk frekuensi tinggi harga konduktansi (G) sangat kecil, tetapi dalam perhitungan disini harga tersebut diperhitungkan dengan G yang besar. Berdasarkan persamaan-persamaan tersebut di atas, dapat diperoleh besar tahanan (R), induktansi (L) dan redaman untuk Frekuensi 10 KHz sampai dengan 100 KHz, yang dapat dilihat pada tabel 4-2 (grafik dapat dilihat pada lampiran A). Redaman sudah dikonversikan ke dB.

---

<sup>54)</sup> Ibid, Hal.18

TABEL 4-2<sup>55)</sup>

## TAHANAN, INDUKTANSI DAN REDAMAN

DIAMETER : 0.4 mm

Frekuensi (KHz)	Tahanan (Ohm)	Induktansi (H)	Redaman (dB/km)
10	75.00	0.28	2.461
15	91.86	0.35	3.014
20	106.07	0.40	3.480
25	118.59	0.45	3.891
30	129.90	0.49	4.262
35	140.31	0.53	4.604
40	150.00	0.57	4.922
45	159.10	0.60	5.220
50	167.71	0.63	5.503
55	175.89	0.66	5.771
60	183.71	0.69	6.028
65	191.21	0.72	6.274
70	198.43	0.75	6.511
75	205.40	0.77	6.739
80	212.13	0.80	6.960
85	218.66	0.82	7.175
90	225.00	0.85	7.383
95	231.17	0.87	7.585
100	237.17	0.89	7.782

---

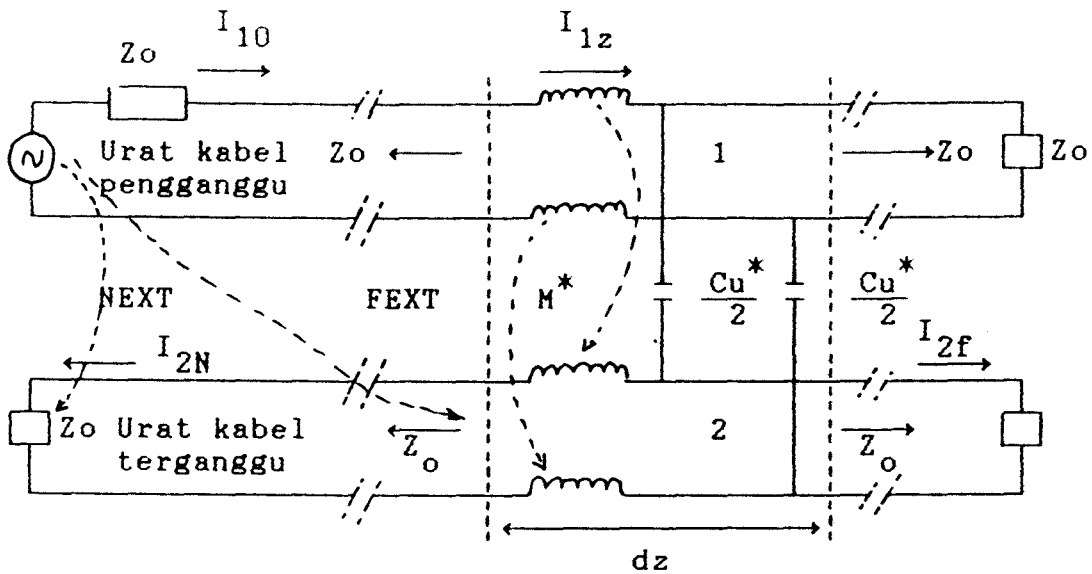
55) Ibid, Hal.19

DIAMETER : 0.6 mm

Frekuensi (KHz)	Tahanan (Ohm)	Induktansi (H)	Redaman (dB/km)
10	50.00	0.19	1.641
15	61.24	0.23	2.009
20	70.71	0.27	2.320
25	79.06	0.30	2.594
30	86.60	0.33	2.842
35	93.54	0.35	3.069
40	100.00	0.38	3.281
45	106.07	0.40	3.480
50	111.80	0.42	3.668
55	117.26	0.44	3.848
60	122.47	0.46	4.019
65	127.48	0.48	4.183
70	132.29	0.50	4.341
75	136.93	0.52	4.493
80	141.42	0.53	4.640
85	145.77	0.55	4.783
90	150.00	0.57	4.922
95	154.11	0.58	5.057
100	158.11	0.60	5.188

#### IV.3.3.2 CROSSTALK

Crosstalk merupakan pengaruh satu sama lain dari penghantar-penghantar disebabkan oleh induksi dan pengkopelan kapasitif (suara pada urat kabel yang satu dapat didengar pada urat kabel yang lain). Untuk mengetahui perbandingan antara sinyal yang mengganggu dan sinyal yang diinginkan maka dikenal 2 macam crosstalk yaitu : Near-End Crosstalk (NEXT) dan Far-End Crosstalk (FEXT).



56)  
GAMBAR 4.3

#### CROSSTALK NEXT DAN FEXT

Gambar 4.3 menunjukkan jenis-jenis crosstalk yang dimaksud. Harga NEXT dan FEXT yang diambil dari sample di daerah adalah berdasarkan harga terburuk/ terendah dari hasil pengukuran/ analisa diluar harga untuk urat kabel yang putus, tahanan isolasi dibawah 100 MΩ dan harga redaman.

##### a. NEXT (Near End Crosstalk)

Besarnya NEXT dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :<sup>57)</sup>

$$\text{NEXT(dB)} = 10 \log K_n + 15 \log f$$

56) Ekkelenkamp. H, Op cit, Hal.111

57) Ibid, Hal.113



NEXT(dB) dan  $F(\text{Hz})$  besarnya tergantung dari kecepatan penyaluran sinyal dan format yang dipergunakan.

$K_n$  = konstanta NEXT yang tergantung dari jenis , dengan rumus sebagai berikut :<sup>58)</sup>

$$K_n = \frac{4\pi^2}{2(k_1 + k_2)} \left( \frac{C Z_o}{8} + \frac{L}{Z_o} \right)$$

$K_1$  = Konstanta redaman kabel 1 =  $k_1 \sqrt{f}$

$K_2$  = Konstanta redaman kabel 2 =  $k_2 \sqrt{f}$

$C$  = Mutual kapasitansi (F)

$L$  = Induktansi kabel (H)

$Z_o$  = Karakteristik impedansi  $Z_o = \sqrt{\frac{L}{C}}$

TABEL 4-3<sup>59)</sup>

NEXT SEBAGAI FUNGSI FREKUENSI PADA DIAMETER KABEL  
YANG BERBEDA

Frekuensi (KHz)	NEXT (dB)		
	D = 0.4	D = 0.6	D = 0.8
10	45.	45.1	45.0
20	49.7	49.4	49.3
30	52.2	52.0	51.9
40	54.0	53.8	53.7
50	55.4	55.2	55.1
60	56.5	56.4	56.3
70	57.5	57.4	57.3
80	58.3	58.2	58.1
90	58.1	58.0	58.9
100	59.8	59.6	58.6

58) PERUMTEL, Op cit, Hal.20

59) Ibid, Hal.22

Pada akhirnya NEXT bukan merupakan suatu pembatas untuk basic access ISDN karena dapat dihindari dengan adanya metode transmisi dengan menggunakan metode EC. Besarnya NEXT untuk kabel 2 kawat dengan konduktor tembaga dan isolasi polietilen untuk berbagai frekuensi dan diameter dapat dilihat pada tabel 4-3 di atas.

#### b. FEXT (Far End Crosstalk)

Besarnya FEXT yang terjadi disamping tergantung dari frekuensi dan jenis kabel yang dipergunakan. juga tergantung dari panjang saluran. Besarnya FEXT dapat dilihat pada rumus di bawah ini :<sup>60)</sup>

$$\text{FEXT(dB)} = 10 \log K_f + 20 \log f + 10 \log L$$

di mana panjang saluran  $L(\text{m})$  dan frekuensi  $f(\text{Hz})$  yang besarnya tergantung dari kecepatan penyaluran dan format yang dipergunakan.

$K_f$  = Konstanta FEXT yang tergantung dari jenis kabel yang besarnya yaitu :<sup>61)</sup>

$$K_f = 4\pi^2 \left( \frac{L}{Z_0} - \frac{C Z_0}{8} \right)$$

$L$  = panjang kabel (m)

Besarnya FEXT untuk kabel dua kawat yang diameter 0.4 dan 0.6 pada frekuensi 60 KHz dan 80 KHz dengan panjang kabel 1 Km dapat dilihat pada tabel 4-4. Dari tabel terlihat bahwa pengaruh FEXT sangat kecil dibanding NEXT.

---

60) Ekkelenkamp, H, Loc cit.

61) Perumtel, Op cit, Hal 21

TABEL 4-4<sup>62)</sup>

FEXT SEBAGAI FUNGSI FREKUENSI PADA DIAMETER KABEL  
YANG BERBEDA

PANJANG KABEL : 1 km

Frekuensi (KHz)	FEXT (dB)		
	D = 0.4	D = 0.6	D = 0.8
10	72.7	72.4	72.2
20	78.4	78.2	78.1
30	81.8	81.6	81.5
40	84.2	84.1	84.0
50	86.1	85.9	85.9
60	87.7	87.5	87.4
70	89.0	88.8	88.7
80	90.1	90.0	89.9
90	91.1	91.0	90.9
100	92.0	91.9	91.8

Grafik untuk tabel 4-3 dan 4-4 dilihat pada lampiran B

#### IV.3.3.3 INTERFERENSI

Karena adanya induksi saluran listrik akan terjadi 3 macam gangguan, yaitu : tegangan induksi pada kondisi normal, tegangan induksi pada keadaan kesalahan dan derau induksi harmonis. Karena tegangan induksi baik pada kondisi normal maupun kondisi kesalahan frekuensinya adalah 50 Hz, maka pada frekuensi 60 KHz keatas tegangan ini tidak akan berpengaruh sehingga hanya derau induksi yang berpengaruh. Derau yang terjadi besarnya tergantung dari jarak antara saluran telekomunikasi dengan saluran listrik, panjang paralel kedua saluran tersebut,

<sup>62)</sup> Ibid, Hal. 22

konduktifitas tanah, sistem instalasinya dan besaran saluran listriknya. Karena perhitungannya sangat kompleks, besarnya derau induksi cukup ditetapkan harga minimum yang diperbolehkan. Berdasarkan ketentuan CCITT besarnya derau induksi adalah 1 mV atau dalam daya sama dengan 10 mW.

#### IV.3.3.4 THERMAL NOISE

Thermal noise timbul pada penerimaan, seperti misalnya pada peralatan perata (equalizer). Besarnya daya derau yang disebabkan adanya thermal noise adalah :<sup>63)</sup>

$$N_i = 2 K T R_o \alpha_o f_n / \Gamma (\alpha_o, \beta, \delta)$$

Dimana :

K = Konstanta Boltzman =  $1.38 \times 10^{-23}$

T = Temperatur (Kelvin)

R<sub>o</sub> = Impedansi karakteristik bagian riil sebesar 600 Ω

Fek = Faktor derau ekivalen

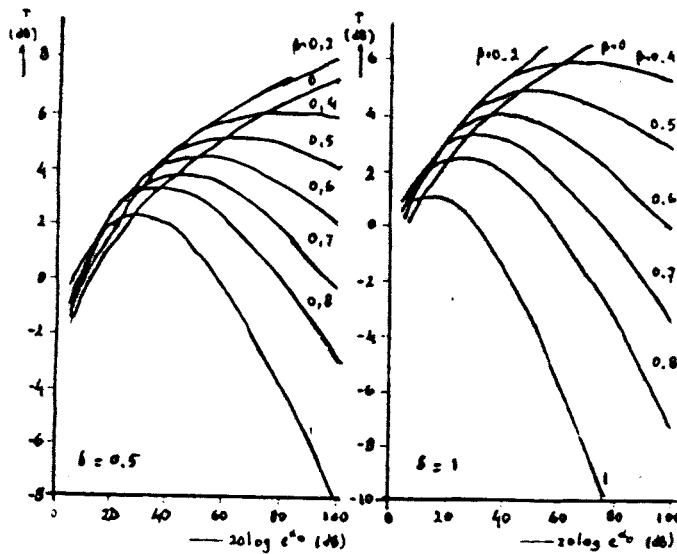
α<sub>o</sub> = Redaman kabel (Ohm/ km)

f<sub>n</sub> = Frekuensi Nyquist

Γ = Faktor bentuk derau yang besarnya tergantung dari perbandingan pulsa periode (δ), redaman kabel (α<sub>o</sub>) dan kecepatan perubahan phase (β). Lihat grafik pada gambar 4.4.

---

<sup>63)</sup> Ibid, Hal. 23

GAMBAR 4.4 <sup>64)</sup>

## FAKTOR BENTUK DERAU (NOISE FIGURE)

Dengan memasukkan harga-harga konstantanya, persamaan tersebut di atas untuk frekuensi 60 KHz dapat ditulis sebagai berikut : <sup>65)</sup>

$$N1(60 \text{ KHz}) = -135.6 + \alpha_0/\text{km} - \Gamma(\alpha_0, \beta, \delta)$$

dan untuk frekuensi 80 KHz persamaannya adalah : <sup>66)</sup>

$$N1(80 \text{ KHz}) = -130 + \alpha_0/\text{km} - \Gamma(\alpha_0, \beta, \delta)$$

untuk kabel 2 kawat (diameter 0.6 dan 0.4) dengan frekuensi 60 KHz dan 80 KHz dan untuk  $\delta = 0.5$  dan  $\delta = 1$  daya derau termal ( $N_i$ ) besarnya dapat dilihat pada tabel 4-5.

<sup>64)</sup> Ibid, Hal. 23

<sup>65)</sup> Ibid, Hal. 23

<sup>66)</sup> Ibid, Hal. 23

TABEL 4-5<sup>67)</sup>

DAYA DERAU THERMAL (Ni) DALAM dBm

Frekuensi (KHz)	$\delta = 0.5$		$\delta = 1$	
	0.4	0.6	0.4	0.6
60	- 130.6	- 132.6	- 128.6	- 130.6
80	- 129.6	- 132	- 127.6	- 130

Dari tabel tersebut di atas dapat dilihat bahwa besarnya daya derau thermal sangat kecil sehingga Ni dapat diabaikan untuk perhitungan daya derau total.

#### IV.3.3.5 INTERFERENSI INTERSIMBOL

Di samping timbulnya derau, intersimbol juga mengakibatkan mengecilnya tegangan sinyal yang diterima. Daya sinyal yang diterima karena adanya intersimbol adalah sebagai berikut<sup>68)</sup>:

$$S = E \delta \psi_1 (1 - 2\psi_2)$$

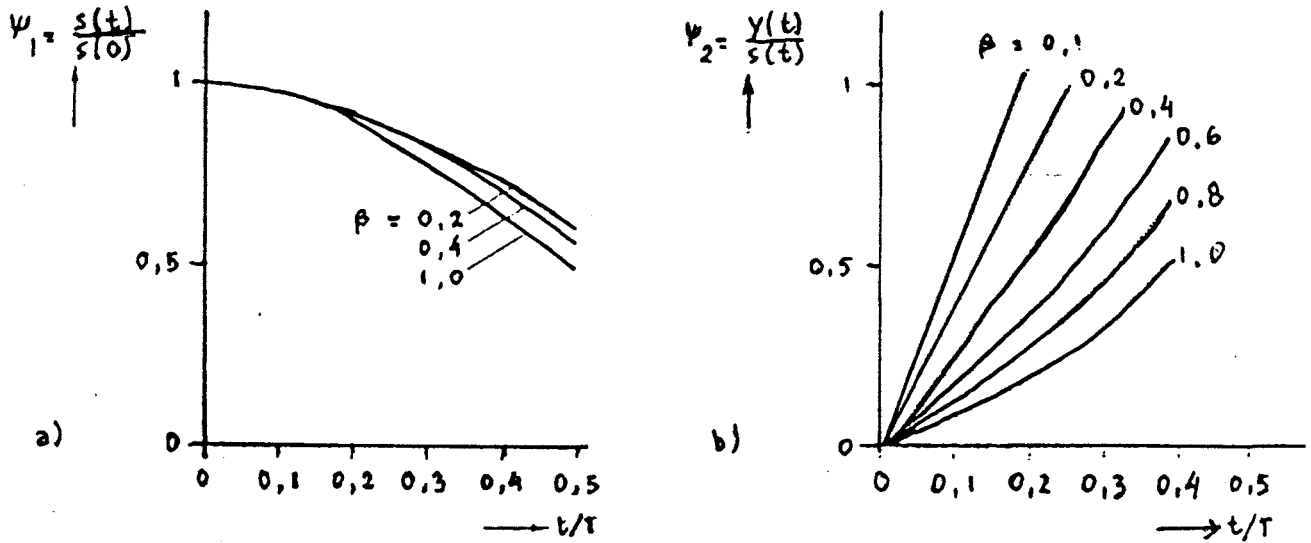
Dimana :

E = Amplitudo tegangan sinyal yang diterima

$\delta$  = Perbandingan periode pulsa

<sup>67)</sup> Ibid, Hal.24

<sup>68)</sup> Ibid, Hal.26



Gambar 4.5<sup>69)</sup>

a) Kemiringan bentuk pulsa

b) Interferensi intersimbol relatif

$\psi_1$  = Kemiringan bentuk pulsa yang besarnya tergantung dari periode pulsa  $t/T$

$\psi_2$  = Interferensi intersimbol relatif yang besarnya tergantung dari periode pulsa  $t/T$

Dari persamaan di atas dapat dilihat bahwa besarnya daya derau akibat intersimbol dapat ditekan dengan membuat perbandingan periode pulsa kecil (umumnya = 0.5)

<sup>69)</sup> Loc cit

#### IV.3.3.6 ECHO

Pada jaringan lokal, sinyal pantul dapat terjadi karena ketidak sempurnaan rangkaian hybrid dan penggunaan diameter kabel yang berbeda. Untuk jarak yang sangat panjang, pantulan ini akan menimbulkan pulsa-pulsa baru yang berbeda. Untuk jarak yang sangat panjang pantulan ini akan menimbulkan pulsa-pulsa baru yang berbeda phase dengan sinyal yang diinginkan. Keadaan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan echo canceller sehingga pengaruhnya dapat diabaikan.

#### IV.3.4 PENGUKURAN JARINGAN LOKAL DI BEBERAPA DAERAH DI INDONESIA

Satu-satunya sub-sistem yang belum digital dalam ISDN adalah jaringan lokal. di mana kabel jaringan lokal merupakan sebagian besar dari total investasi, jaringan telekomunikasi, oleh karenanya potensi ini akan diteliti sebanyak mungkin untuk penyaluran sinyal ISDN. Pada dasarnya kemampuan mendukung akses langganan ISDN sangat tergantung pada kualitas jaringan langganan lokal yang ada. Untuk mengetahui hal ini, telah dilakukan sampling pengukuran di Jakarta, Bandung dan Semarang.

##### IV.3.4.1 BANDUNG DAN SEMARANG

Secara lengkap hasil pengukuran kondisi masing-masing kabel dari setiap sentral dan hasil



pengukuran redaman NEXT dan FEXT rata-rata dapat dilihat pada tabel-tabel berikut.

a. Semarang 1

Pada tabel 4-6a dapat dilihat kondisi kabel untuk pasangan urat kabel (5 pair) dari masing-masing kabel primer. Harga rata-rata redaman, NEXT dan FEXT untuk daerah Semarang 1 dapat dilihat pada tabel 4-6b.

TABEL 4-6a <sup>70)</sup>

KONDISI KABEL YANG DIUKUR PADA SEMARANG 1

Kabel	Putus	Hubungan singkat	Tahanan isolasi (MOhm)	Jenis kabel
P55	-	-	1000 - 140	semua kertas
P21	-	-	150 - 100	
P17	-	-	30 - 15	
P28	-	-	1000 - 20	
P55	-	-	100 - 20	
P51	-	2 pair	400 - 200	
P27	-	-	16 - 8	
P11	2 pair	-	40 - 5	

<sup>70)</sup> Ibid. Hal. 30

71)

TABEL 4-6b

HARGA RATA-RATA REDAMAN, NEXT DAN FEXT DI SEMARANG 1

Kabel	Frekuensi (KHz)	Redaman (dB)	NEXT (dB)	FEXT (dB)
P55	60	28	75	95
	80	30	70	75
P21	60	1.5	67	72.6
	80	2	65	70
P28	60	4	65	78
	80	4.5	74	77
P55	60	18	70	75
	80	20	69	75
P51	60	10	77	77.5
	80	11	74	76.2

Pasangan urat kabel yang tidak dapat dipergunakan terdapat pada sebagian urat kabel P27 dan P11.

#### b. Semarang 2

Pada tabel 4-7a dan 4-7b, dapat dilihat kondisi pasangan urat kabel pada masing-masing kabel primer yang diukur dan harga rata-rata hasil pengukuran redaman, NEXT dan FEXT untuk daerah Semarang 2.

---

71) Loc cit

TABEL 4-7a <sup>72)</sup>

## KONDISI KABEL YANG DIUKUR DI SEMARANG 2

Kabel	Putus	Hubungan singkat	Tahanan isolasi (MOhm)	Jenis kabel
P13 (1)	1 pair	-	2 pair 2000 1 pair 80 - 50 1 pair 3	PE
P13 (2)	-	-	2000 - 1000 2 pair a-b 0.3	PE
P13 (3)	-	-	1000 - 2000	PE
P7	-	-	2000 - 200 1 pair 100 - 65	PE
P22 (1)	-	-	40 - 5	PE
P22 (2)	-	-	500 - 65	PE
P21	1 pair	-	2pair 2000 - 1000 2 pair 12 - 3	PE
P20	-	-	50 - 4	PE
P3	-	-	200 - 0.045	PE
P12	-	-	15 - 0.02	PE

Pasangan urat kabel yang tidak dapat dipergunakan terletak pada kabel P22 (1), P20, P3 dan P12. Sedangkan pasangan urat kabel pada kabel P13 (1) yang tak dapat digunakan satu urat kabel, P21 (1) urat kabel dan pada kabel P13 (2) satu urat kabel.

<sup>72)</sup> *ibid.*, Hal. 31

73)  
TABEL 4-7b

HARGA RATA-RATA REDAMAN, NEXT DAN FEXT DI SEMARANG 2

Kabel	Frekuensi (KHz)	Redaman (dB)	NEXT (dB)	FEXT (dB)
P13 (1)	60	23	65	85.5
	80	24.5	66	86
P13 (2)	60	24	73	84.5
	80	25	60.5	85
P13 (3)	60	20	72	80
	80	21	67	85
P7	60	27.5	73	97
	80	29	64	98
P22 (2)	60	13	61.5	75
	80	14	58	77
P21	60	6	74	76
	80	6.5	73	75

c. Bandung Turangga

Pada tabel 4-8a dan 4-8b, dapat dilihat kondisi pasangan urat kabel pada masing-masing kabel primer yang diukur dan harga rata-rata hasil pengukuran redaman, NEXT dan FEXT untuk Bandung Turangga.

---

73) Ibid. Hal. 32

TABEL 4-8a<sup>74)</sup>

## KONDISI KABEL YANG DIUKUR DI BANDUNG TURANGGA

Kabel	Putus	Hubungan singkat	Tahanan isolasi (MOhm)	Jenis kabel
P2	-	-	< 100	PE
P6	-	-	> 2000	PE
P9	-	-	> 2000	PE
P14	-	-	> 1000	PE
P19	-	-	2 pair < 100	PE

TABEL 4-8b<sup>75)</sup>

## HARGA RATA-RATA REDAMAN, NEXT DAN FEXT DI BANDUNG TURANGGA

Kabel	Frekuensi (KHz)	Redaman (dB)	NEXT (dB)	FEXT (dB)
P2	60	8.5	68	79
	80	9.0	67	77
P6	60	17.5	33.4	65.5
	80	18.5	31	66
P9	60	8.5	64	75
	80	9.0	64	75
P14	60	12.3	71.5	82.5
	80	13.4	69	81.5
P19	60	8.5	68	79
	80	9.0	67	77

<sup>74)</sup> Loc cit<sup>75)</sup> Ibid, Hal. 33

Pada urat kabel yang tak dapat dipergunakan hanya dua pasang yang terletak pada kabel P19.

d. Bandung Centrum

Pada Tabel 4-9a dan 4-9b, dapat dilihat kondisi pasangan urat kabel pada masing-masing kabel primer yang diukur dan harga rata-rata hasil pengukuran redaman, NEXT dan FEXT untuk Bandung Centrum.

TABEL 4-9a <sup>76)</sup>

KONDISI KABEL YANG DIUKUR DI BANDUNG CENTRUM

Kabel	Putus	Hubungan singkat	Tahanan isolasi (MOhm)	Jenis kabel
P8	-	-	> 2000	PE
P9	-	-	< 100	PE
P13	-	-	1 pair < 5	PE
P17	-	-	> 1000	PE
P14	5	-	-	PE

<sup>76)</sup> loc cit

TABEL 4-9b <sup>77)</sup>

HARGA RATA-RATA REDAMAN, NEXT DAN FEXT DI BANDUNG CENTRUM

Kabel	Frekuensi (KHz)	Redaman (dB)	NEXT (dB)	FEXT (dB)
P8	60	9.0	64	72.5
	80	9.5	63	73.2
P9	60	14.0	60	69
	80	15.0	61	70
P13	60	19.0	54	65
	80	20.0	51	762.5
P17	60	20.0	57	70.6
	80	21.0	55	71.8

Pasangan urat kabel yang tak dapat digunakan terletak pada kabel P14 karena putus semua.

#### IV.3.4.2 JAKARTA

Dengan berdasarkan beberapa pertimbangan dalam memilih pilot project ISDN diantaranya sebagai berikut :

- a. Terdapat sejumlah (calon) langganan yang memadai terhadap jenis pelayanan yang ditawarkan.
- b. Terdapat sentral-sentral baru yang direncanakan untuk dibangun dalam waktu dekat.
- c. Tersedia transmisi digital (junction) penghubung antar

<sup>77)</sup> Ibid. Hal 34

sentral tersebut di atas.

- d. Jaringan langganan (lokal) mampu mendukung akses dasar (Basic Access) ISDN.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka dipilih kota Jakarta sebagai lokasi pilot project ISDN. Prioritas utama pada lokasi pilot project di Jakarta terdapat pada daerah-daerah potensial, yakni : Gambir 1, Gambir 2, Semanggi 1 dan Semanggi 2.

#### a. Konfigurasi Pilot Project ISDN

Konfigurasi pilot project ISDN yang akan dibangun tampak seperti dalam gambar 4.6. Komponen-komponennya adalah sebagai berikut :

- Dua buah sentral ISDN (baru), Gambir 2 dan Kalibata.
- Empat ratus akses langganan
- Empat buah DLU (*Digital Line Unit*), yang terdiri dari lokal dan tiga remote.

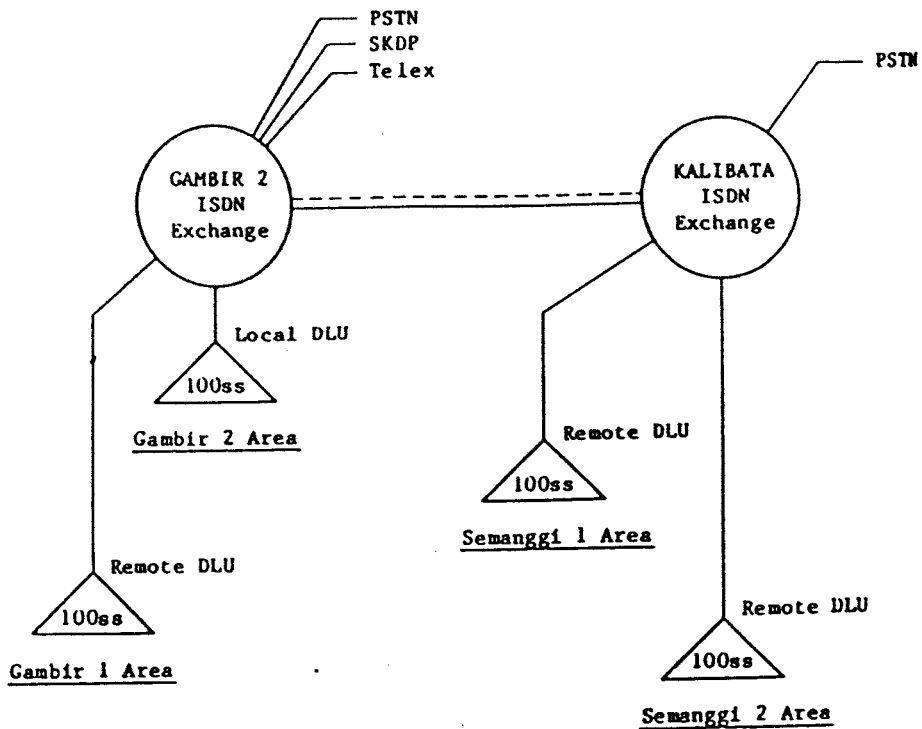
Dalam pelaksanaannya, pembangunan pilot project ISDN dibagi kedalam tiga fasa (tahap) :

#### - Fasa-1

Seperti terlihat dalam gambar 4.7, dalam fasa-1 ini hanya terdiri dari sebuah sentral ISDN (Gambir 2) dan 4 DLU. Dalam fasa-1 kita dapat melakukan :

- verifikasi spesifikasi
- pengujian akses langganan
- pengamatan karakteristik langganan





Catatan :

----- = common signalling channel  
 ————— = junction lines

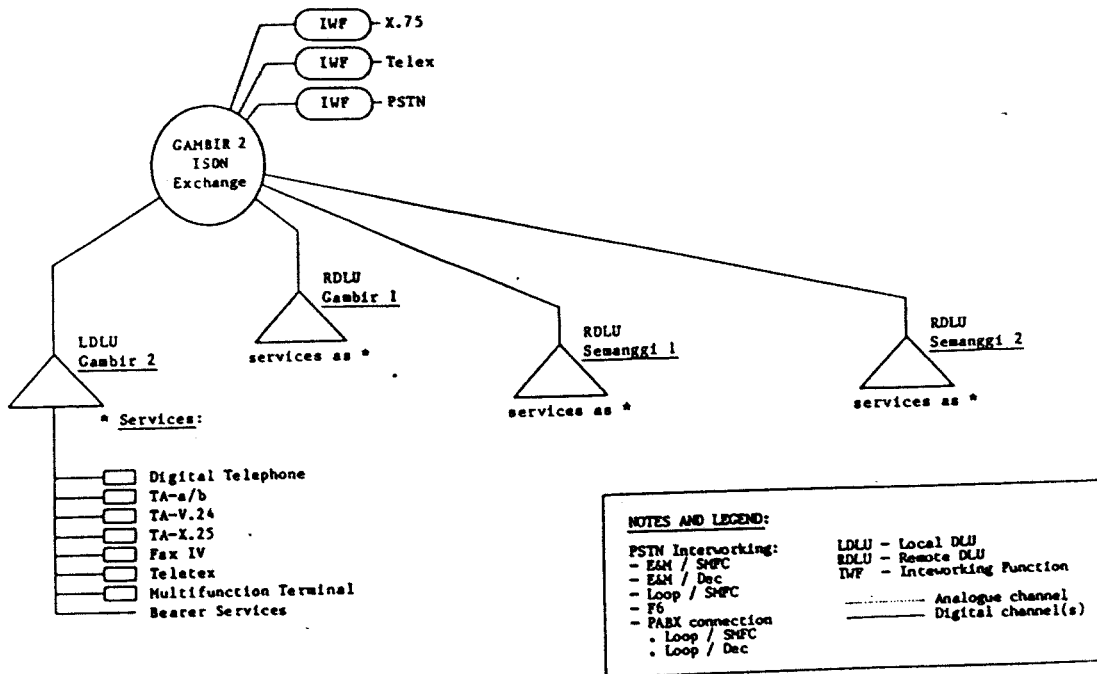
GAMBAR 4.6<sup>78)</sup>

#### KONFIGURASI PILOT PROJECT ISDN DI JAKARTA

##### - Fasa-2

Tujuan utama daripada fasa-2 adalah menguji performance *Signalling System No.7 (SS7)*, khususnya bagian *ISDN User Part*. Di samping itu diamati pula interworking diantara SS7 dan sistem signalling lainnya yang sudah ada.

<sup>78)</sup> Perumtel, PILOT PROJECT ISDN, PUSLITBANGTEL, 1991, Hal. 16a

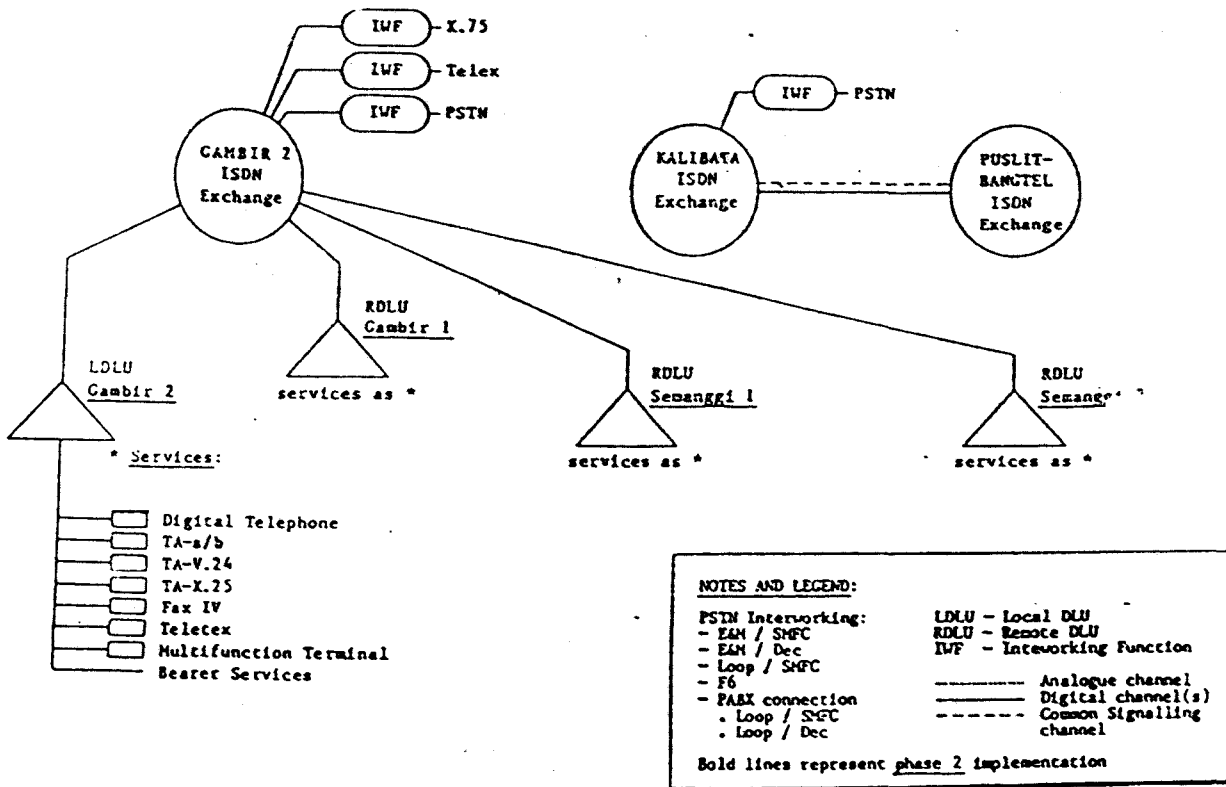


GAMBAR 4.7<sup>79)</sup>

#### KONFIGURASI PILOT PROJECT FASA-1

Dengan mempertimbangkan supaya tidak mengganggu operasi, maka untuk pengujian SS7 di atas, dipilih sentral-sentral yang tidak atau belum beroperasi secara komersial. Untuk ini dipilih sentral EWSD di PUSDIKLAT PERUMTEL dan PT. INTI. Dengan demikian, pelaksanaan fasa-2 ini adalah tidak tergantung dari fasa-fasa lainnya, seperti terlihat dalam gambar 4.8.

<sup>79)</sup> Ibid, Hal. 6b

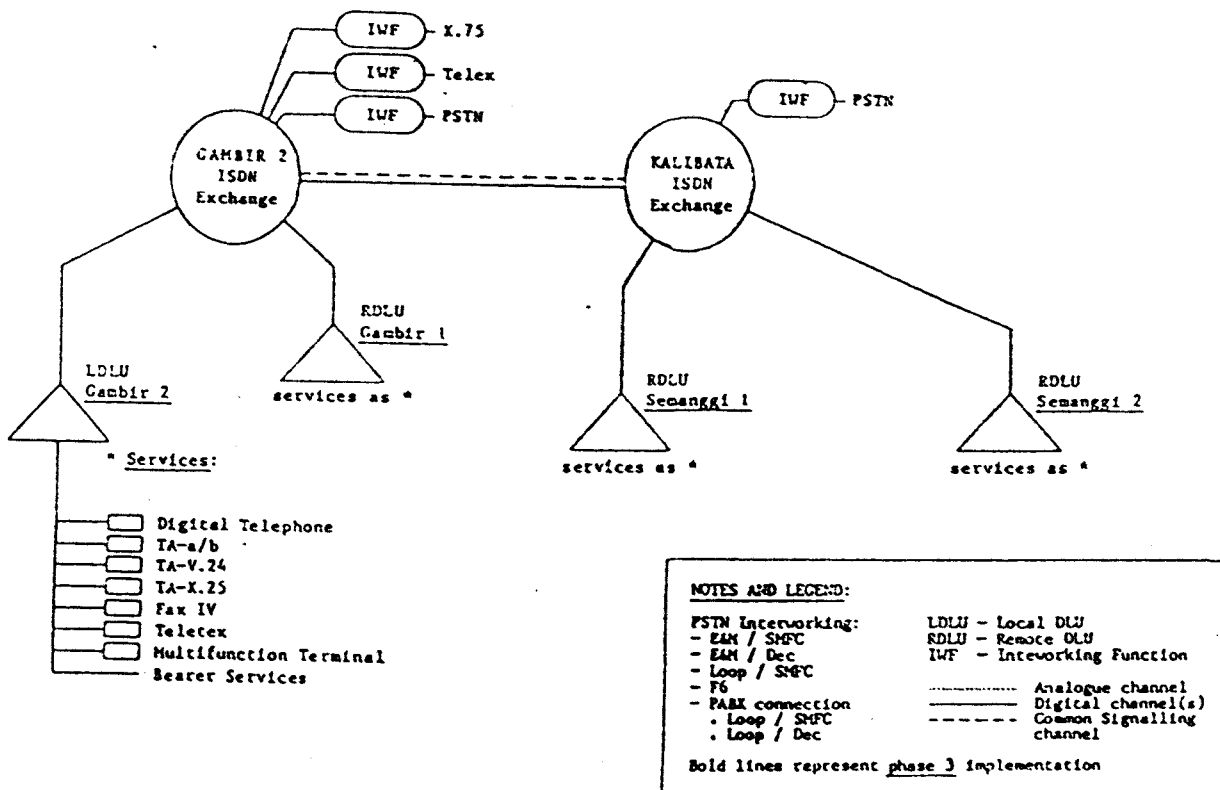


GAMBAR 4.8 <sup>80)</sup>

## KONFIGURASI PILOT PROJECT FASA-2

### - Fasa-3

Apabila pengujian SS7 pada SS7 pada fasa-2 telah dilakukan dengan hasil baik, maka SS7 itu perlu diterapkan pada sentral pilot project yang operasional, yakni : Gambir 2 dan Kalibata, seperti tampak dalam gambar 4.9.



81)  
GAMBAR 4.9

### KONFIGURASI PILOT PROJECT FASA-3

#### b. Perangkat Tambahan Pada Pilot Project ISDN

ISDN merupakan perkembangan dari IDN telepon, sehingga diasumsikan sentral dan transmisi telah digital. Akan tetapi, untuk pilot project ISDN perlu tambahan beberapa perangkat dan fungsi sebagai berikut :

- *Perangkat dan fungsi tambahan sentral*

Hardware : - 2 LTG B

- 4 frame DLU

- 400 SLM D (Digital Subscriber Line Module)

- 2 CCNC (Common Channel Network Control)

Software : - Software versi untuk ISDN, termasuk  
Signalling System No.7.

- *Transmisi Digital*

Transmisi digital di sini dimaksudkan untuk menghubungkan antara DLU-DLU jarak jauh (remote) dan sentral induknya. Demikian pula untuk hubungan antar sentral ISDN.

- *Perangkat Langganan*

Perangkat-perangkat langganan berikut ini harus kita sediakan pada pilot project :

1. Network Termination (NT)

Berfungsi untuk menghubungkan perangkat pemakai (user) dengan titik referensi S.

2. Terminal Adapter (TA)

Dengan TA, langganan dapat mengoperasikan perangkat terminal (TE) yang dikehendakinya. Terminal adapter terdiri dari tiga jenis : TA a/b, TA X.25, dan TA V.24.

3. Terminal Equipment (TE)

Beberapa perangkat terminal (TE) yang harus tersedia adalah :

- Digital Telephone : - simple version

- comfort 1
- comfort 2
- Terminal Facsimile Grup IV.  
(Terminal Fax Grup I s/d III dihubungkan melalui TA a/b)
- Terminal Tetetex :
  - simple version
  - enhanced version (digital PC)

TABEL 4-10<sup>82)</sup>

JUMLAH NT, TA, DAN TE UNTUK PILOT PROJECT DI JAKARTA

Jenis Perangkat	Jumlah
Network Terminating Equipment (NT)	400
Terminal Adaptor (TA)	
- TA a/b	200
- TA V-24	200
- TA X-25	20
Terminal Equipment (TE) :	
- Digital Telephone (Simple version)	600
- Digital Telephone (Comfort 1)	150
- Digital Telephone (Comfort 2)	50
- Fax Grup IV	25
- Teletex Terminal (Simple version)	20
- Enhanced Teletex Terminal (PC-D)	10
- Multifunctional Terminal	50

82) Pilot Project, Loc cit, Hal.18

- Multi-functional ISDN Terminals

Merupakan sejenis terminal gambar (graphic terminal) yang dapat digunakan untuk mengirimkan dan menerima gambar-gambar sketsa sederhana, di samping untuk hubungan telepon dan transmisi data.

Jumlah dari masing-masing perangkat yang diperlukan dalam pilot project ISDN adalah sebagai berikut :

#### IV.3.5 ANALISA PERHITUNGAN UNTUK MENENTUKAN BATASAN SALURAN PADA PILOT PROJECT ISDN DI INDONESIA

Batasan-batasan yang menentukan apakah kabel lokal yang diukur dapat dipergunakan untuk menyalurkan sinyal digital ditentukan oleh harga BER minimum yang diperbolehkan yaitu sebesar  $10^{-6}$  untuk harga S/N yang besarnya tergantung dari format sinyal yang dipergunakan. Berdasarkan batasan tersebut, dapat diketahui apakah kabel lokal dari setiap sentral dapat dipergunakan untuk pemakaian sinyal ISDN.

##### IV.3.5.1 DAYA DERAU (N)

Besarnya daya derau total akibat adanya NEXT dan interferensi yang dibatasi sebesar  $10^{-6}$  dBW adalah : <sup>83)</sup>

$$N(\text{dBW}) = 10 \log (\sigma_n + \sigma_f + \sigma_i)$$

---

83) Ibid, Hal. 35

TABEL 4-11<sup>84)</sup>  
 DAYA DERAU TOTAL

D(mm)	f(KHz)	NEXT	P-NEXT(dBW)	$\sigma_n (10^{-5})$	N(dBW)
0.4	60	56.5	-41.5	7.0	-41.4
	80	58.3	-43.3	4.6	-43.2
0.6	60	56.4	-41.4	7.2	-41.4
	80	58.2	-42.3	5.0	-43

di mana :  $\sigma_n$  = Daya derau akibat adanya NEXT

$$n = \text{antilog } 1/10 [P(\text{dBW}) - \text{NEXT}]$$

$\sigma_f$  = Daya derau akibat adanya FEXT

$$f = \text{antilog } 1/10 [P(\text{dBW}) - \text{FEXT}]$$

Daya sinyal yang dikirim  $P = 20 \log V$  untuk

$V = 6$  Volt dan  $P = 15$  dBW

$\sigma_i$  = Daya derau akibat interferensi =  $10^{-6}$

Berdasarkan tabel 4-3, harga daya derau (N) untuk kabel berdiameter 0.4 dan 0.6 NEXT serta untuk sinyal digital dengan format AMI/HDB3 (80 KHz) dengan S/N yang diperlukan sekitar 16.74 dB, dan sinyal dengan format 4B3T (60 KHz) dengan S/N yang diperlukan sekitar 16.64 dB dapat dilihat pada tabel 4-11.

---

<sup>84)</sup> Loc cit



Berdasarkan Tabel 4-6b sampai Tabel 4-9b, harga daya derau total (N) dapat dihitung dengan memasukkan harga NEXT dan FEXT rata-rata dari masing-masing sentral untuk penyaluran sinyal digital dengan frekuensi 80 KHz (AMI/HDB3) dan frekuensi 60 KHz (4B3T) yang besarnya dapat dilihat pada tabel 4-12a dan b.

TABEL 4-12a<sup>85)</sup>

DAYA DERAU TOTAL (N) UNTUK SEMARANG

Sentral	Frekuensi (KHz)	NEXT (dB)	FEXT (dB)	N (dBW)
SM1	60	65	73	-44
	80	62	74	-48.5
SM2	60	65	75	-41
	80	58	75	-49

TABEL 4-12b<sup>86)</sup>

DAYA DERAU TOTAL (N) UNTUK BANDUNG

Sentral	Frekuensi (KHz)	NEXT (dB)	FEXT (dB)	N (dBW)
BT	60	64	65.5	-46.2
	80	64	66	-46
BC	60	54	65	-38.3
	80	51	63.5	-35.6

<sup>85)</sup> Loc cit

<sup>86)</sup> Ibid, Hal. 36

Dari tabel di atas harga P - NEXT adalah daya derau tanpa interferensi sedangkan harga N adalah daya derau dengan interferensi. Kalau kita perhatikan antara kedua harga tersebut, perbedaannya kecil sekali. Jadi pengaruh interferensi (saluran listrik) sampai 1 mV sangat kecil.

#### IV.3.5.2. Daya Sinyal Yang Diterima (S)

Besarnya daya sinyal yang diterima dengan memasukkan faktor penurunan akibat adanya intersymbol sebesar 12.2 dB adalah <sup>87)</sup> :

$$S \text{ (dBW)} = P \text{ (dBW)} - A \text{ (dB)} - 12.2$$

Dimana, P = Daya sinyal yang dikirim P = 15 dBW

A = Redaman saluran (Tabel 4-6b dan 4-7b untuk tiap-tiap pasang urat kabel.

Dengan memasukkan data-data redaman dari setiap pasangan urat kabel pada tabel 4-6b dan 4-7b ke persamaan di atas, maka akan diperoleh daya sinyal yang diterima (S) untuk masing-masing sentral yang dapat dilihat pada tabel 4-12.

#### IV.3.5.3. PERBANDINGAN DAYA SINYAL DENGAN DAYA DERAU (S/N)

Perbandingan daya sinyal dengan daya derau besarnya dapat ditulis sebagai berikut <sup>88)</sup> :

$$S/N \text{ (dB)} = S \text{ (dBW)} - N \text{ (dBW)}$$

---

<sup>87)</sup> Ibid, Hal. 37

<sup>88)</sup> Loc cit

Dengan memasukkan harga S pada tabel 4-12 dan harga N pada tabel 4-6b dan 4-7b ke persamaan di atas maka akan diperoleh harga S/N setiap kabel dari masing-masing sentral yang besarnya dapat dilihat pada tabel 4-13. Berdasarkan hasil perhitungan secara teori, besar S/N untuk harga BER  $10^{-6}$  minimal untuk frekuensi 80 KHz (format AMI/HDB3) = 16.74 dB dan frekuensi 60 KHz (format 4B/3T) = 16.64 dB. Dari tabel 4-13 dapat dilihat bahwa sebagian besar kabel memenuhi persyaratan untuk penyaluran ISDN 144 Kb/s, kecuali di Semarang 2 untuk P7 dengan S/N sebesar 16.3 dB.

#### IV.3.5.4. PANJANG KABEL MAKSIMUM YANG DIPERBOLEHKAN

Dengan ditetapkannya harga S/N dan harga besar daya derau total N pada tabel 4-11, maka harga daya sinyal S pada penerima besarnya menjadi :

$$S(\text{dBW}) = S/N(\text{dB}) + N(\text{dBW}) \quad (1)$$

Sedangkan besarnya redaman saluran adalah :

$$A(\text{dB}) = P(\text{dBW}) - S(\text{dBW}) + S_i \quad (2)$$

di mana P adalah daya yang dikirim dan  $S_i$  adalah faktor penurunan akibat adanya intersimbol yang besarnya adalah -12.2 dB. Dengan daya sinyal yang dikirim besarnya 15 dBW, maka panjang kabel l adalah :

$$l(\text{km}) = \frac{15 - S}{\alpha/\text{km}} \quad (3)$$

Dimana,  $\alpha/\text{km}$  : redaman per km yang besar dapat dilihat pada tabel 4-2.

TABEL 4-13a<sup>89)</sup>

PERBANDINGAN SINYAL YANG DITERIMA DENGAN S/N DI DAERAH  
SEMARANG 1 DAN 2

Sentral	Kabel	Frekuensi(KHz)	Redaman(dB)	S(dBW)	S/N(dB)
SM1	P55(1)	60	28	-25.2	18.8
		80	30	-27.2	21.3
	P55(2)	60	18	-15.2	28.2
		80	20	-17.2	31.3
	P21	60	1.5	1.3	45.3
		80	2	0.8	49.3
	P23	60	4	-1.2	42.8
		80	4.5	-1.7	46.8
	P51	60	10	-7.2	36.8
		80	11	-8.2	40.3
SM2	P13(1)	60	23	-20.2	20.8
		80	24.5	-21.7	27.3
	P13(2)	60	23	-21.2	19.8
		80	25	-22.2	26.8
	P13(3)	60	20	-17.2	23.8
		80	21	-18.2	30.8
	P7	60	27.5	-24.7	16.3
		80	29	-26.2	22.8
	P22(2)	60	13	-10.2	30.8
		80	14	-11.2	37.8
	P21	60	6	-3.2	37.8
		80	6.5	-3.7	45.3

<sup>89)</sup> Ibid, hal 38

90)  
TABEL 4-13b

PERBANDINGAN SINYAL YANG DITERIMA DENGAN S/N DI DAERAH  
BANDUNG 1 DAN 2

Sentral	Kabel	Frekuensi(KHz)	Redaman(dB)	S(dBW)	S/N(dB)
BT	P2	60	8.5	-5.7	42.5
		80	9	-6.2	42.8
	P6	60	17.5	-14.7	51.5
		80	18.5	-15.7	52.3
	P9	60	8.5	-5.7	42.5
		80	9	-6.2	42.8
	P14	60	12.8	-10	46.8
		80	13.4	-10.6	47.2
	P15	60	8.9	-5.7	42.5
		80	9	-6.2	42.8
BC	P8	60	9	-6.2	43.0
		80	9.5	-6.7	43.3
	P9	60	14	-11.2	48.0
		80	15	-12.2	48.8
	P13	60	19	-16.2	53.0
		80	20	-17.2	53.8
	P17	60	20.5	-17.2	54.3
		80	21	-18.2	54.8

90) Ibid, Hal. 39

91)  
TABEL 4-14

PANJANG KABEL MAKSIMUM YANG DIPERBOLEHKAN

F(KHz)	S/N	0.4		0.6	
		N	l	N	l
60	16.64	-41.8	4.63	-41.36	6.84
80	16.74	-43.2	4.2	-43.0	6.26

Keterangan : N : Daya Derau dalam dBW

l : Panjang kabel dalam km

Dengan mensubstitusi persamaan (1) dan (2) ke persamaan (3) maka panjang kabel menjadi :

$$l(\text{km}) = \frac{2.8 - S/N - N}{\alpha/\text{km}}$$

Pada tabel 4-14 dapat dilihat panjang kabel maksimum yang diperbolehkan untuk mencapai BER =  $10^{-6}$  dengan diameter 0.4 dan 0.6 dan sinyal dengan format AMI/HDB3 dan 4B/3T.

#### IV.3.5.5. PROSENTASE KABEL YANG DAPAT DIPERGUNAKAN UNTUK ISDN DENGAN FORMAT BASIC ACCESS

Kemungkinan jumlah pasang urat kabel yang dapat dipergunakan untuk menyalurkan sinyal digital untuk Semarang dan Bandung secara keseluruhan tergantung juga dari tingkat kepercayaan hasil pengukuran yang dilakukan.

Perhitungan besarnya kemungkinan (P) tersebut mempergunakan persamaan<sup>92)</sup>

$$p - \frac{Z(1-\sigma)/2 \sqrt{p(1-p)}}{N} < P < p + \frac{Z(1-\sigma)/2 \sqrt{p(1-p)}}{N}$$

Dimana, p = prosentase saluran yang baik dihitung dari cuplikan

N = besarnya pencuplikan

Z(1-σ)/2 = dari tabel normal

σ = tingkat kepercayaan

Berdasarkan persamaan tersebut di atas dapat ditentukan besar prosentase kondisi yang baik yang dapat dipergunakan untuk penyaluran sinyal digital di daerah Semarang dan Bandung seperti pada tabel 4-15.

TABEL 4-15<sup>93)</sup>

PROSENTASE SALURAN YANG DAPAT DIGUNAKAN UNTUK PENYALURAN SINYAL DIGITAL (ISDN) DENGAN FORMAT BASIC ACCESS

Daerah	Cuplikan	Kondisi		Kondisi yang baik	
		baik	buruk	pesimis	optimis
Semarang	40	36	4	81%	99%
Bandung	50	31	29	48%	76%

92) Loc cit

93) Ibid, Hal. 40

## BAB V

### PENUTUP

---

#### V.1 KESIMPULAN

Dari uraian-uraian di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Digitalisasi merupakan suatu proses evolusi karena jaringan analog yang telah ada tidak mungkin sekaligus diganti. Proses digitalisasi akan membentuk ISDN, di mana evolusi ISDN tidak hanya menyangkut sistem transmisi dan switching digital, tetapi juga meliputi jaringan pelanggan.
- Pada sistem transmisi digital akses primer dapat dilakukan dengan sistem PCM 30 atau PCM 24. Sedangkan untuk transmisi akses dasar dari saluran dua kawat agar penyediaan DSL memiliki kemampuan beroperasi full-duplex, ada dua metode yang perlu diperhatikan yaitu TCM dan EC.
- Penurunan kualitas transmisi yang terjadi sepanjang saluran dalam penyaluran sinyal digital melalui dua kawat paling banyak dipengaruhi oleh derau NEXT, FEXT dan interferensi.
- Pengkajian DSL dalam transisi ke ISDN dimulai dengan suatu pilot project. Adapun tujuan utama daripada pilot project tersebut adalah :



suatu pilot project. Adapun tujuan utama daripada pilot project tersebut adalah :

- Untuk mendapatkan pengalaman operasi dan pemeliharaan ISDN.
- Untuk mengevaluasi bagaimana penerimaan pemakai terhadap konsep penyediaan pelayanan ISDN.
- Untuk menguji spesifikasi dalam lingkungan yang sebenarnya.
- Dari hasil analisa dapat disimpulkan bahwa sebagian besar dari kabel yang diukur dapat dipergunakan untuk penyaluran sinyal ISDN dengan format akses dasar (Basic Access) berkecepatan 144 Kb/s. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisa yang menunjukkan untuk daerah sample di Indonesia, yaitu daerah Bandung secara pesimis 48% dapat dipergunakan, sedangkan untuk daerah Semarang sekitar 81%. Secara optimis prosentasenya lebih besar yaitu 76% untuk Bandung dan 99% untuk Semarang.

## V.2 SARAN-SARAN

- Sistem Teknologi DSL merupakan sistem teknologi telekomunikasi yang baru serta memerlukan biaya yang besar, sehingga untuk mempelajari teknologi DSL dalam menuju ke ISDN diperlukan perencanaan yang matang agar tidak terjadi kesulitan di masa mendatang. Untuk itu diperlukan evolusi dan strategi yang tepat dalam

penerapan ISDN pada jaringan yang ada sehingga didapatkan hasil yang optimal.

- Suatu proyek uji lapangan perlu dilaksanakan dengan memanfaatkan sarana yang ada dengan melibatkan potensi industri di dalam negeri yang ditujukan sebagai langkah perumusan ISDN versi Indonesia beserta pengembangannya.

## DAFTAR PUSTAKA

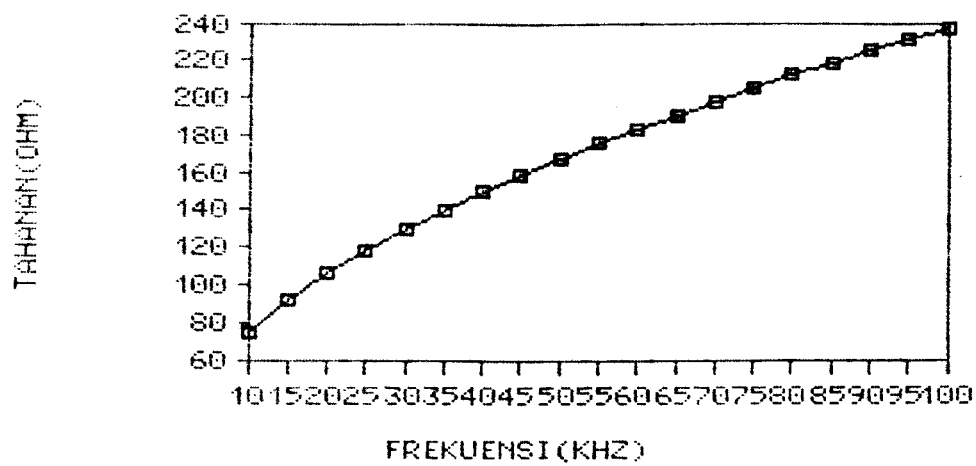
---

1. ———, GENERAL NETWORK PLANNING, CCITT, Geneva, 1983
2. Asia ISDN Council (AIC), ISDN BASE TECHNOLOGY - Guide Book, 14 may 1991.
3. Bocker, Peter, ISDN - THE INTEGRATED SERVICE DIGITAL NETWORK - CONCEPTS, METHODS, SYSTEMS, Second Edition, Springer - Verlag Berlind Heidelberg, New York, 1988.
4. CCITT, LOCAL NETWORK PLANNING, Geneva, 1979.
5. CCITT, DIGITAL NETWORK, DIGITAL SECTIONS AND DIGITAL LINE SYSTEMS, Geneva 1989
6. Ekkelenkamp. H, ASPEK-ASPEK TRANSMISI DARI SISTEM KOMUNIKASI DIGITAL, NEPOSTEL, Jakarta, 1985.
7. Huang. T. Darvin, Valenti. Graig, SUBSCRIBER LINES : ISDN BASIC ACCESS STANDARD, Proceeding of IEEE, vol 79, no.2, February, 1991.
8. Nugroho. Arifin, I.Wiryawan, Nurhasan. Wahid, Teralang. Teha, Perangin-angin. Remedi, Welly. John, JARINGAN DIGITAL UNTUK PELAYANAN TERPADU (JDPT) DALAM RANGKA PEMBANGUNAN JANGKA PANJANG TELEKOMUNIKASI DI INDONESIA, Makalah Seminar ISDN - IEEE, Jakarta, 1989.
9. PAN System, PREFEASIBILITY STUDY ON ISDN IN INDONESIA, Directotat General of Post and Telecommunication Ministry of Tourism, Post and Telecommunication.

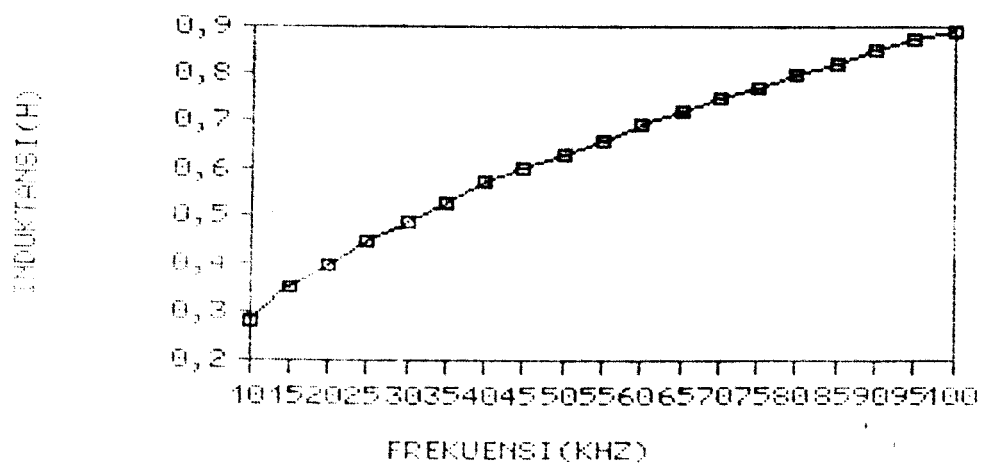
10. Perumtel , JARINGAN DIGITAL UNTUK PELAYANAN TERPADU, makalah dalam seminar JDPT I/85, Maret, 1987.
11. Perumtel, JARINGAN KABEL, PUSDIKLAT PERUMTEL, WITEL VII.
12. Perumtel, KONSTRUKSI DAN INSTALASI JARINGAN ATAS TANAH, PUSDIKLAT PERUMTEL, 1990.
13. Perumtel, KONSTRUKSI DAN INSTALASI JARINGAN BAWAH TANAH, PUSDIKLAT PERUMTEL, 1990.
14. Perumtel, PENELITIAN KUALITAS JARINGAN LOKAL UNTUK PENYALURAN SINYAL ISDN (144 Kb/s), Laporan Kerjasama PUSLITBANGTEL-UI, 1987.
15. Perumtel, PENGANTAR TEKNIK JARINGAN, PUSDIKLAT PERUMTEL, 1988.
16. Perumtel, PILOT PROJECT ISDN, PUSLITBANGTEL, 1991.
17. Perumtel, SPESIFIKASI TEKNIK JARINGAN, PUSDIKLAT PERUMTEL, 1990.
18. Stallings. William, ISDN AN INTRODUCTION, Macmillan Publishing Company, New York, 1990.
19. Tugal, Dogan A, DATA TRANSMISSION, Mc Graw-Hill, Inc, 1982.

## **LAMPIRAN A**

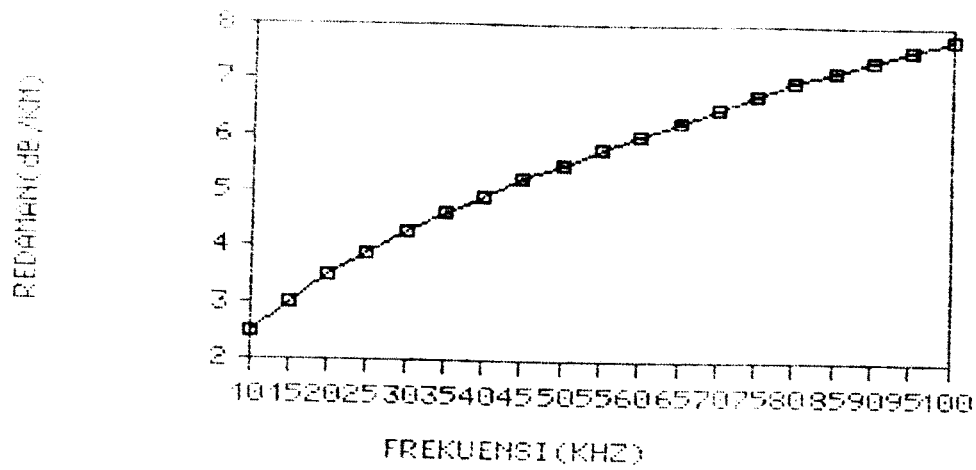
**GRAFIK TAHANAN, INDUKTANSI DAN  
REDAMAN SEBAGAI FUNGSI FREKUENSI**



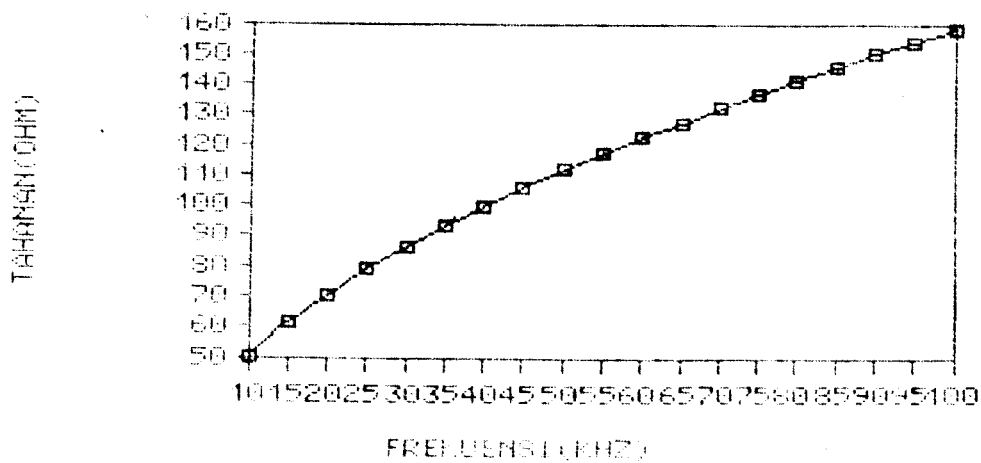
GRAFIK TAHANAN SEBAGAI FUNGSI FREKUENSI  
DENGAN DIAMETER KABEL 0.4mm



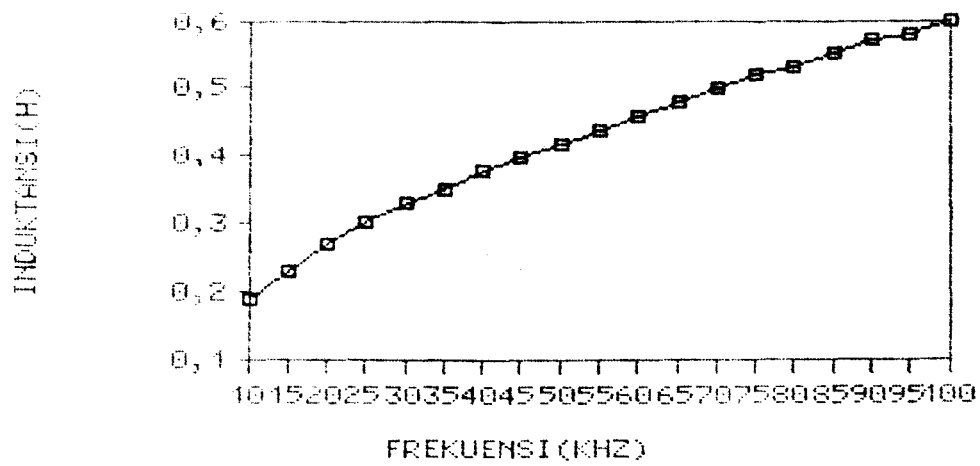
GRAFIK INDUKTANSI SEBAGAI FUNGSI FREKUENSI  
DENGAN DIAMETER KABEL 0.4 mm



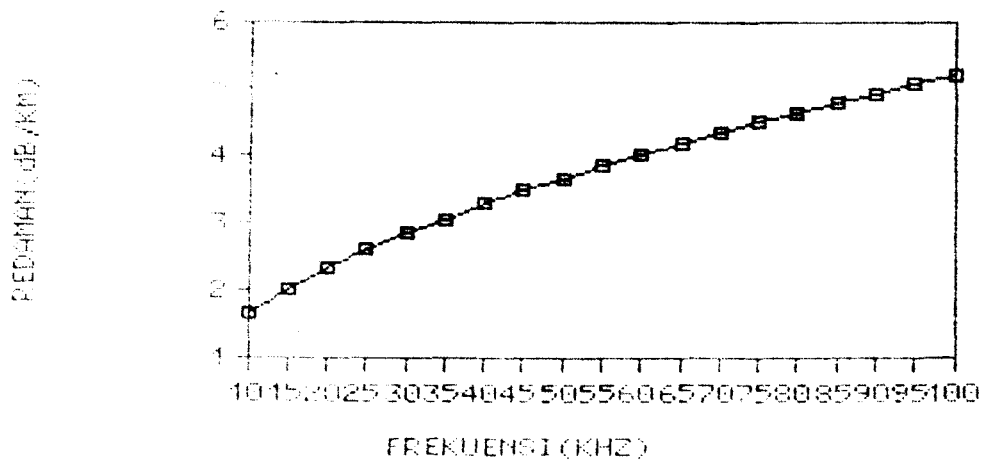
GRAFIK REDAMAN SEBAGAI FUNGSI FREKUENSI  
DENGAN DIAMETER KABEL 0.4mm



GRAFIK TAHANAN SEBAGAI FUNGSI FREKUENSI  
DENGAN DIAMETER KABEL 0.6mm



GRAFIK INDUKTANSI SEBAGAI FUNGSI FREKUENSI  
DENGAN DIAMETER KABEL 0.6mm



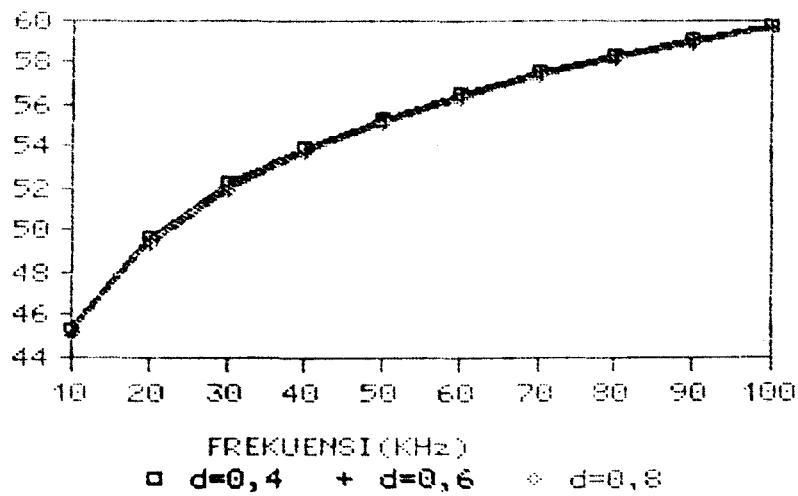
GRAFIK REDAMAN SEBAGAI FUNGSI FREKUENSI  
DENGAN DIAMETER KABEL 0.6mm



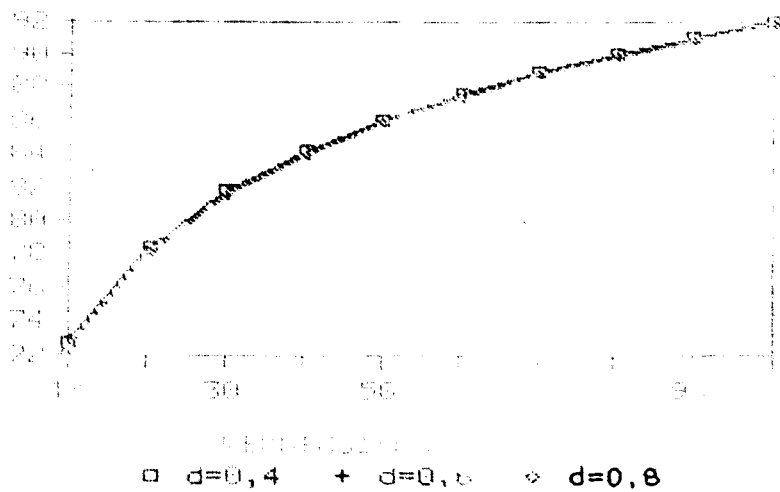
## **LAMPIRAN B**

**GRAFIK NEXT DAN FEXT SEBAGAI  
FUNGSI FREKUENSI**

NEXT(dB)



GRAFIK NEXT SEBAGAI FUNGSI FREKUENSI PADA  
DIAMETER KABEL 0.4mm, 0.6mm DAN 0.8mm



GRAFIK NEXT SEBAGAI FUNGSI FREKUENSI PADA  
DIAMETER KABEL 0.4mm, 0.6mm DAN 0.8mm

## **LAMPIRAN C**

### **DAFTAR KAPASITAS JARINGAN LOKAL WITEL VII SURABAYA**

K A B E L										
No	D C L								J U M L A H	L
	T I A N G								A	
	P	JML	KAP	ISI	S I S A		J U M L A H D P		s/d	
	ANAK	KBL			BAIK	RUSAK	INDUK	ANAK	BESI	ELES
1	74	17	1.816	1.010	724	82	77	7	2.132	-
	-	2	240	176	16	48	9	5	941	-
	-	6	780	577	200	3	19	14	1.137	-
	-	2	120	56	64	0	2	1	342	-
	-	9	990	451	532	7	18	17	244	-
	1	-	-	-	-	-	-	-	560	-
	-	2	40	39	1	0	2	1	354	-
	-	7	1.100	513	562	25	20	8	1.946	-
	-	1	20	11	9	0	1	0	354	-
	75	46	5.106	2.833	2.108	165	148	53	8.010	0
2	19	8	960	676	278	6	43	13	2.153	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	611	-
	-	4	130	100	20	10	10	2	691	25
	-	2	80	46	31	3	6	0	431	35
	6	-	-	-	-	-	-	-	891	15
	3	3	210	107	84	19	15	0	1.231	54
	31	17	1.380	929	413	38	74	15	6.008	129
3	31	8	455	312	120	23	35	10	2.211	-
	1	3	300	130	170	0	15	0	1.658	-
	22	2	160	128	11	21	12	0	2.147	-
	-	8	670	506	150	14	49	0	2.180	-
	-	1	300	162	136	2	17	0	602	57
	-	2	330	163	166	1	17	0	160	-
	54	24	2.215	1.401	753	61	145	10	8.998	104
4	0	3	280	217	49	14	24	0	2.414	-
	0	-	-	-	-	-	-	-	596	-
	0	-	-	-	-	-	-	-	529	-
	0	3	280	217	49	14	24	0	3.539	0
5	4	4	320	244	67	9	33	0	1.206	-
	0	8	800	185	555	60	4	14	2.090	0
	2	1	20	19	1	0	1	0	177	0
	0	3	240	112	128	0	19	0	618	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	824	0
	6	16	1.380	560	751	69	57	14	4.915	18

No.	K A B E L								J U M L A H		s/d
	D C L								T I A N G		
	JML				S I S A		J U M L A H D P				
	ANAK	KBL	KAP	ISI	BAIK	RUSAK	INDUK	ANAK	BESI	TELES	
6	66	4	640	371	202	67	38	18	2.257	9	
	92	5	900	524	327	49	45	12	2.637	54	
	14	11	11	11	0	0	0	0	1.829	40	
	7	2	80	50	20	0	2	0	443	0	
	10	1	20	3	17	0	1	0	984	27	
	189	23	1.651	969	566	116	86	30	8.150	130	
7	58	64	1.120	712	369	39	112	0	1.734	-	
	31	42	900	650	182	68	41	35	1.405	-	
	-	6	510	303	170	37	5	40	303	190	
	-	2	600	194	384	22	36	0	539	-	
	-	6	250	176	71	3	16	0	164	-	
	89	120	3.380	2.035	1.176	169	210	75	4.145	190	
8	198	20	2.010	1.431	573	6	127	52	2.537	-	
	40	4	296	240	45	11	7	9	496	-	
	15	1	100	79	10	11	10	3	516	-	
	1	3	300	138	158	4	20	0	689	-	
	0	-	-	-	-	-	-	-	569	-	
	0	-	-	-	-	-	-	-	447	-	
	7	-	-	-	-	-	-	-	285	-	
	0	-	-	-	-	-	-	-	588	-	
	0	-	-	-	-	-	-	-	428	-	
	261	28	2.706	1.888	786	32	164	64	6.555	0	
9	91	4	240	150	90	0	28	7	3.229	-	
	51	5	210	160	25	25	18	1	1.016	-	
	42	4	360	65	269	6	23	0	726	-	
	7	-	0	-	-	-	-	-	913	-	
	35	2	60	32	14	14	5	2	512	-	
	226	15	870	407	416	45	74	10	6.396	0	
10	102	24	3.620	1.964	798	858	156	133	3.339	-	
	54	5	450	273	156	21	19	4	2.490	-	
	5	3	400	170	225	1	37	0	1.026	-	
	-	13	500	417	81	2	17	43	1.026	-	
	3	2	200	77	123	0	14	2	874	-	
	-	5	470	372	32	66	9	25	470	-	
	-	1	100	75	8	13	5	0	329	-	
	-	1	300	121	179	0	5	3	171	-	
	-	5	158	142	12	3	5	12	831	-	
	144	59	6.198	3.615	1.619	964	269	226	10.556	0	

No.	K A B E L										J U M L A H		s/d
	D C L										T I A N G		
	P										A		
	J M L										P		
	ANAK	KBL	KAP	ISI	BATK	RUSAK	INDUK	ANAK	BESI	TELES	81.		
11	0	8	790	665	67	58	42	0	2.748	-	Sept		
	0	3	800	719	8	73	50	0	3.660	-			
	1	2	200	52	148	0	13	1	1.246	-			
	0	6	230	152	78	0	9	0	725	-			
	-	2	200	120	80	0	7	0	1.200	-			
	1	21	2.220	1.708	381	131	121	1	9.579	0			
12	142	18	2.000	1.236	752	12	125	12	3.597	-	Sept		
	-	4	200	189	11	0	4	6	52	-			
	-	6	596	225	363	8	25	6	112	-			
	-	7	158	122	34	2	8	0	467	-			
	-	5	200	159	2	39	3	4	346	-			
	-	14	770	299	463	8	36	13	266	-			
	12	3	260	47	213	0	17	0	597	-			
	-	3	200	102	98	0	3	13	228	-			
	-	1	100	44	56	0	2	2	79	-			
	-	7	930	259	662	9	52	11	795	-			
	154	68	5.414	2.682	2.654	78	275	67	6.539	0			
13	4	-	1.540	986	548	6	75	6	2.880	0	Sept		
	4	-	370	255	113	2	10	0	2.489	40			
	0	-	380	177	201	2	21	2	690	0			
	0	-	5	3	0	2	13	0	658	12			
	8	0	2.295	1.421	862	12	119	8	6.717	52			
14	8	4	1.100	621	479	0	68	0	187	-	Sept		
	11	2	600	413	175	12	34	2	140	-			
	12	1	800	353	447	0	55	5	842	143			
	0	5	500	160	340	3	34	0	100	-			
	0	2	220	141	66	13	6	0	1.710	-			
	-	3	140	52	83	5	7	8	298	-			
	0	23	350	214	115	21	23	0	655	-			
	3	-	-	-	-	-	-	-	434	-			
	2	5	372	288	61	23	16	3	1.145	-			
	15	9	648	292	302	54	9	0	934	-			
	0	-	-	-	-	-	-	-	441	-			
	-	3	300	91	209	0	5	4	113	-			
	0	6	1.000	357	496	147	77	2	414	-			
	-	4	140	32	108	0	25	0	484	-			
	0	9	160	104	54	2	14	0	941	-			
	51	76	6.330	3.118	2.935	277	393	24	8.838	143			

K A B E L										
No.	D C L								J U M L A H	
	T I A N G								A	
									P	
	P	JML	KAP	ISI	S I S A		J U M L A H D P		s/d	
	ANAK	KBL			BAIK	RUSAK	INDUK	ANAK	BESI	TELES
15	-	7	1.015	529	132	354	48	0	996	-
	-	6	580	334	246	0	47	0	1.715	-
	-	5	2.250	873	1.365	12	135	0	3.589	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	3.133	-
	0	-	-	-	-	-	-	-	-	Agst
	-	30	4.183	2.010	1.151	1.022	30	0	3.999	Sept
	-	-	-	-	-	-	-	-	6.482	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	8.775	-
	-	2	800	497	303	0	31	0	1.462	-
	-	1	60	0	60	0	1	0	1.018	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	1	400	119	281	0	37	0	-	-
	0	52	9.288	4.362	3.538	1.388	329	0	31.169	0
	1.289	568	50.713	28.145	19.009	3.559	2.488	597	130.114	766

SURABAYA, OKTOBER 1992

SENIOR ASS. MANAGER TEK. JARKAB

I GEDE SUDARMA

NIK. 421043

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO - ITS

EE. 1799 TUGAS AKHIR - 6 SKS

Nama Mahasiswa : LAKSMI INDRIA DINASTITI  
No Pokok : 2822200948  
Bidang Studi : Teknik Telekomunikasi  
Tugas Diberikan : 20 November 1991  
Tugas Diselesaikan : 1 Juli 1992  
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Hang Suharto, MSc  
2. Ir. Wirawan  
Judul Tugas Akhir :

**" STUDI PENGKAJIAN DIGITAL SUBSCRIBER LINE (DSL) DALAM  
TRANSISI MENUJU KE ISDN "**

( Judul harus mempunyai batas kwalitatip, sasaran dan  
batas kwantitatip )

**Uraian Tugas Akhir :**

Dewasa ini hubungan jaringan antar sentral dan pelanggan masih secara analog, sehingga dalam proses pencapaian menuju ISDN diperlukan suatu proses evolusi melalui beberapa tahap. Proses digitalisasi jaringan analog yang sudah ada adalah langkah awal dari proses evolusi ini. Dengan adanya perkembangan teknologi DSL diharapkan dapat merealisasikan dasar-dasar access interface dan operasi jaringan yang direncanakan.

Tugas akhir ini akan membahas mengenai prinsip teknologi DSL untuk access dasar menuju ke ISDN serta untuk mengembangkan unjuk kerja dari DSL.

Studi ini berguna sebagai dasar untuk mempelajari pemanfaatan DSL untuk ISDN dan langkah-langkah penerapannya pada jaringan yang sudah ada.

Surabaya, 20 November 1991

Menyetujui.

Dosen Pembimbing

( Ir. HANG SUHARTO, MSc )  
NIP. 130 520 753

Dosen Pembimbing

( Ir. WIRAWAN )  
NIP. 131 342 50

Mengetahui

KATJUK T. ELEKTRO FTI-ITS Bid. Studi T. Telekomunikasi  
Ketua

( Ir. KATJUK ASTROWULAN, Ms. EE )  
NIP. 130 687 438

Menyetujui

Koordinator

( Ir. M. AMIES PURNOMO )  
NIP. 130 532 040



82  
1191



## USULAN TUGAS AKHIR

-----

A. JUDUL TUGAS AKHIR : STUDI PENGKAJIAN DIGITAL SUBSCRIBER LINE (DSL) DALAM TRANSISI MENUJU KE ISDN.

B. RUANG LINGKUP : - Sistem Komunikasi  
- Teknik Switching dan Telefoni  
- Teknik Jaringan Telekomunikasi

C. LATAR BELAKANG : Jaringan Telekomunikasi yang ada saat ini khususnya telepon, masih menggunakan jaringan dengan switching analog maupun digital yang akan diubah menjadi digital penuh (IDN = Jaringan Digital Terpadu). ISDN yang juga dikenal sebagai sebutan JDPT adalah konsep teknologi jaringan terpadu sebagai jenis pelayanan jasa telekomunikasi ( telepon, telex, data, video, telefax dan lain-lainnya ) dalam suatu jaringan digital. Bagian terpenting dari evolusi ISDN tidak hanya bagian transmisi dan switching yang digital, tetapi jaringan pelanggan juga harus digital. Jaringan pelanggan (local

loop) menuju sentral pada sistem telepon saat ini memakai sepasang kabel (twisted cable) harus mampu menyalurkan data digital secara full duplex.

Pada teknologi desain DSL (Digital Subscriber Line) agar dapat beroperasi full duplex digunakan metode :

- Time Compression Multiplexing (TCM).
- Echo Cancellation (EC).

Proses pencapaian ISDN adalah merupakan proses evolusi yang akan melalui tahapan jaringan Digital Terpadu (IDN). Dengan demikian terjadinya digitalisasi jaringan analog yang sudah ada, adalah awal dari proses evolusi ini.

D. PENELAAHAN STUDI : Dalam TA ini dibahas sistem telepon digital, Implementasi ISDN dimana harus dapat berhubungan dengan sistem yang telah ada (Inter-working) selama masa transisi.

Disamping itu juga diperlukan beberapa perubahan baik pada sistem jaringan, switching maupun terminal pelanggan untuk menuju suatu

jaringan ISDN yang diinginkan. Pembahasan dilakukan melalui studi literatur dari buku-buku telekomunikasi, pembahasan evolusi jaringan digital beserta penerapannya serta literatur makalah-makalah rekomendasi CCITT.

E. TUJUAN : Mempelajari pemanfaatan Digital Subscriber Line (DSL) untuk ISDN dan langkah-langkah penerapannya pada jaringan yang sudah ada.

F. LANGKAH-LANGKAH : 1. Studi Literatur  
2. Pengumpulan dan Pengolahan Data  
3. Pembahasan Masalah  
4. Penulisan Laporan

G. JADWAL KEGIATAN :

KEGIATAN	BULAN KE					
	I	II	III	IV	V	VI
1						
2						
3						
4						

H. RELEVANSI : Diharapkan hasil studi tentang ISDN, evolusi jaringan telepon digital serta kemungkinan penerapannya pada sentral STD1 yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan maupun bahan masukan dalam rencana pengembangan dan penerapan ISDN pada jaringan telepon.

## RIWAYAT HIDUP

---



Nama : LAKSMI INDRIJA DINASTITI  
Tempat/ Tgl Lahir : Malang, 11 Juni 1968  
Agama : Islam  
Alamat : Jl. Brigjen Katamso 12  
Malang

Penulis adalah putra keenam dari enam bersaudara.

Dari ayah Hardjono Ronosoedirdjo dan ibu Arliek Juniarti

### RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Negeri Pucang Jajar I Surabaya, Lulus Tahun 1981
2. SMP Negeri 1 Malang, Lulus Tahun 1984
3. SMA Negeri 3 Malang, Lulus Tahun 1987
4. Tahun 1987 diterima di jurusan Teknik Sipil ITS, dan tahun 1988 transfer ke bidang studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro FTI - ITS.